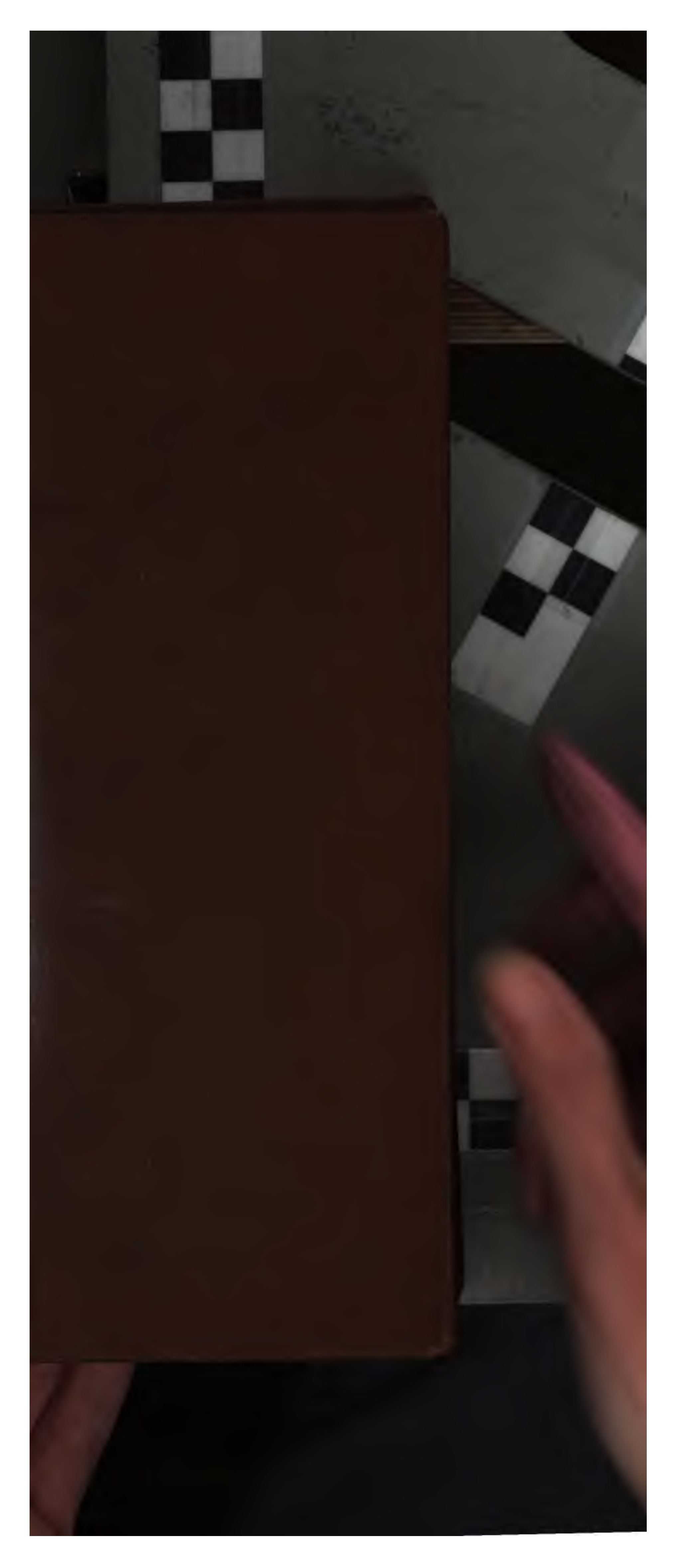
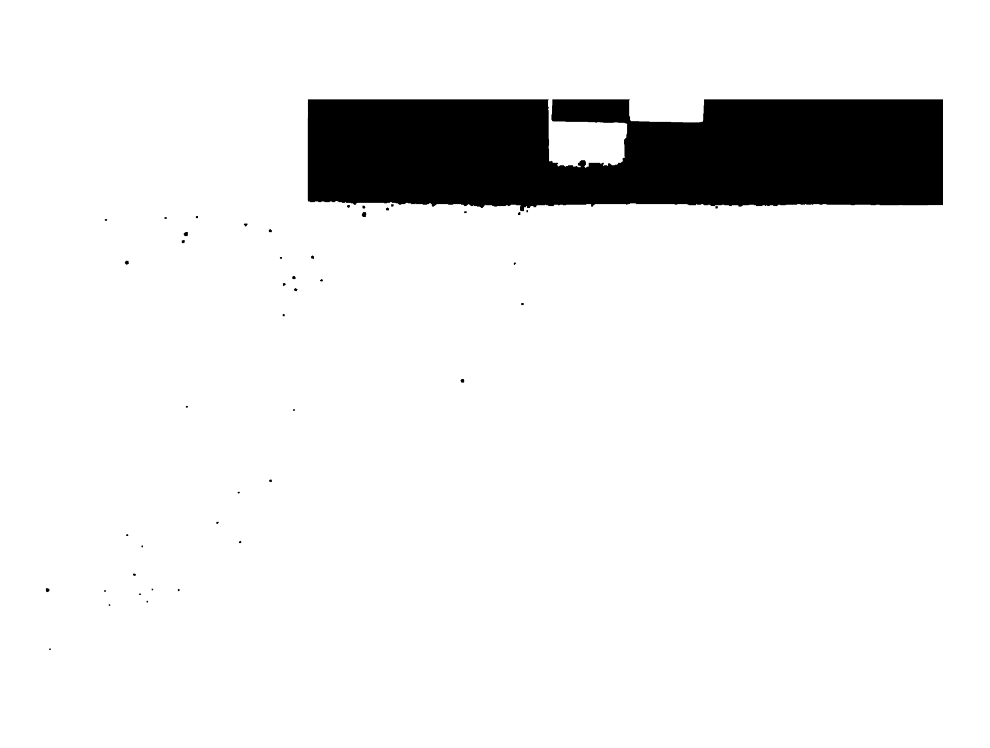














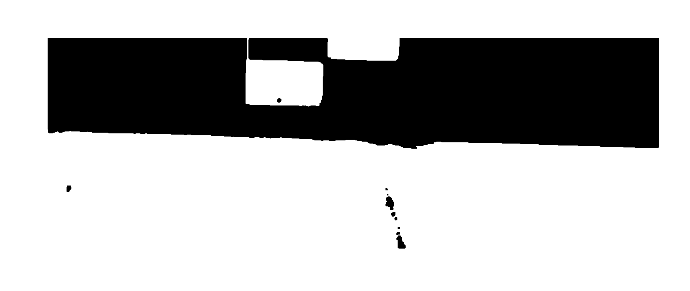




BRUNO KERL,

Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde.

Erster Band.



Handbuch

der

metallurgischen Hüttenkunde

zum

Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbststudium.

Bearbeitet

von

BRUNO KERL,

Königl. Hannov. Bergamtsassessor und Lehrer der Hüttenkunde und Probirkunst an der Königl. Bergschule zu Clausthal.

In vier Bänden.

Erster Band.

Mit 16 lithographirten Tafeln und einer graphischen Windtabelle.

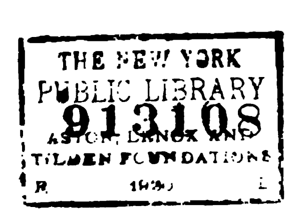
Zweite, umgearbeitete und vervollständigte Auflage.

Freiberg.

Buchhandlung J. G. Engelhardt.

(Bernhard Thierbach.)

1861.



Vorwort zur ersten Auflage.

In vorliegendem Werke bin ich bemüht gewesen, das Wichtigste über die hüttenmännische Theorie und Praxis bis auf die neuesten Ergebnisse in systematischem Zusammenhange darzustellen. Nach Einrichtung und Umfang hat dasselbe zunächst den Zweck, bei dem Studium der metallurgischen Hüttenkunde als Handbuch zu dienen. Es ist deshalb auch vor Allem mit denjenigen Abbildungen versehen worden, welche zur Erklärung der metallurgischen Prozesse erforderlich sind. Dabei wurde jedoch, unter steter Hinweisung auf die hüttenmännische Literatur, der Stoff mit solcher Ausführlichkeit behandelt, dass das Buch auch für practische Hüttenleute nicht ohne Werth sein dürfte.

Das ganze Werk zerfällt in drei Theile, einen präparativen und zwei applicative.

Der vorliegende erste Theil enthält die Lehren von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer hüttenmännisch wichtigen Verbindungen, von den Hüttenprozessen, von den Hüttenmaterialien, von den Hüttenapparaten und von den Hüttenproducten, über welche letztere Herr Professor PLATTNER in Freiberg in seiner „Probir-

kunst mit dem Löthrohre“ und in seinen Vorträgen übe Hüttenkunde besonders wichtige Beiträge geliefert hat.

Im zweiten und dritten Theile wird von den auf de hauptsächlichsten Hüttenwerken ausgeführten Gewinnung methoden für die einzelnen Metalle die Rede und das B streben besonders darauf gerichtet sein, eine theoretisch Begründung derselben mit dem für den Practiker wichtige Detail zu verbinden. Es werden nicht bloss Beschreibunge der bei diesen Hüttenprozessen vorkommenden Manipulati nen geliefert, sondern dieselben, wo es nur angeht, auf wi senschaftliche Grundsätze zurückgeführt und mittelst diese in einen systematischen Zusammenhang gebracht.

In Betreff der Mittheilungen, welche ich über die a den verschiedenen Hüttenwerken ausgeführten metallurg schen Prozesse gemacht habe, bemerke ich, dass dieselbe theils an Ort und Stelle gesammelt, theils aus möglichst z verlässigen Quellen genommen sind. Dabei etwa vorkon mende Unrichtigkeiten bitte ich mit der Schwierigkeit d Gegenstandes zu entschuldigen.

Clausthal, im November 1854.

Bruno Kerl.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Anordnung des Stoffs in der zweiten Auflage des „Handbuchs der metallurgischen Hüttenkunde“ ist im Wesentlichen nach dem früher gewählten Plane geschehen, dagegen hat, um die Mängel der ersten Auflage zu beseitigen und die Schrift auf den Standpunct des heutigen metallurgischen Wissens thunlichst zu erheben, eine derartige Umarbeitung des Ganzen stattgefunden, dass verhältnissmässig nur wenig von der früheren Auflage geblieben und ein fast ganz neues Buch geschaffen ist. Durch die seit den letzten sechs Jahren auf dem Felde der Metallurgie gemachten Erfahrungen bereichert, hat die Schrift auch, wo es nöthig erschien, einen wesentlichen Zuwachs durch ausführlichere Besprechung früher nur kurz erwähnter Gegenstände erhalten

Das ganze Werk erscheint in vier Bänden, von denen der erste den präparativen Theil enthält, die übrigen aber den applicativen Theil ausmachen. Letzterem werden, wenn erforderlich, nach einem grösseren Massstabe ausgeführte Zeichnungen beigegeben, während für den ersten, allgemeinen Theil nach einem kleineren Massstabe angefertigte

Zeichnungen genügen dürften. Die Anzahl der in grösserem Format, als bei der ersten Auflage, hergestellten Figurentafeln ist beträchtlich vermehrt und den Massstäben in den betreffenden Landesmassen sind jedesmal Metermassstäbe beigefügt.

Möchte der Schrift in der vorliegenden Gestalt dieselbe beifällige Aufnahme zu Theil werden, welcher sich die erste Auflage derselben zu erfreuen gehabt hat.

Clausthal, im Juli 1861.

Bruno Kerl.

Inhaltsverzeichniss des ersten Bandes.

Einleitung.

Erster Theil.

Allgemeine metallurgische Hüttenkunde.

I. Abschnitt.

Von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer Verbindungen.

Zeichnungen genügen dürften. Die Anzahl der in grösserem Format, als bei der ersten Auflage, hergestellten Figurentafeln ist beträchtlich vermehrt und den Massstäben in den betreffenden Landesmassen sind jedesmal Metermassstäbe beigefügt.

Möchte der Schrift in der vorliegenden Gestalt dieselbe beifällige Aufnahme zu Theil werden, welcher sich die erste Auflage derselben zu erfreuen gehabt hat.

Clausthal, im Juli 1861.

Bruno Kerl.

Inhaltsverzeichniss des ersten Bandes.

Einleitung.

Erster Theil.

Allgemeine metallurgische Hüttenkunde.

I. Abschnitt.

Von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer Verbindungen.

II. Abschnitt.

Von den Hüttenprozessen.

Erstes Kapitel.

Hüttenprozesse auf trocknem Wege.

1. Rösten.

2. Schmelzen.

3. Sublimiren und Destilliren.

4. Saigern und Krystallisiren.

5. Glühen, Tempern, Cementiren und Adouciren.

Zweites Kapitel.

Hüttenprozesse auf nassem (hydrometallurgischem) Wege.

Anhang zum II. Abschnitt.

Metallverluste bei den Hüttenprozessen.

III. Abschnitt.

Von den Hüttenmaterialien.

Erstes Kapitel.

Von den Erzen.

Seite

Zweites Kapitel.

Von den Oefen und deren Betriebe.

Viertes Kapitel.

Von den Hüttenabfällen.

Anhang.

Repertorium der Figurentafeln.

Taf. I. Fig. 1—26.

Probirgeräthschaften.

Taf. II. Fig. 27—65.

Probirgeräthschaften.

Löthrohrprobirgeräthschaften.

Titrirgeräthschaften.

Verbrennungs-Vorrichtungen.

Vorrichtungen zum Trocknen und Darren der Brennmaterialien.

Taf. III. Fig. 66—86.

Gichtgasfänge.

Gichtgas-Waschapparate.

Gichtgasableitungen.

Taf. IV. Fig. 87—111.

Gichtgasverbrennung.

Gasgeneratoren.

Taf. V. Fig. 112—123.

Gasgeneratoren.

Taf. VI. Fig. 124—153.

Rösthaufen.

Röststadeln.

Herdöfen.

Taf. VII. Fig. 154—179.

Röstschachtöfen.

Taf. VIII. Fig. 180—208.

Röstschachtöfen.

Formen.

Schmelzschachtöfen.

Taf. IX. Fig. 209—233.

Schmelzschachtöfen.

Flammöfen.

Taf. X. Fig. 234—255.

Röstflammöfen.

Taf. XI. Fig. 256—282.

Schmelzflammöfen.

Taf. XII. Fig. 283—318.

Gefässöfen.

Taf. XIII. Fig. 319—341.

Gefässöfen.

Rauchcondensations-Vorrichtungen.

Hydrometallurgische Apparate.

Taf. XIV. Fig. 342—368.

Gebläse.

Taf. XV. Fig. 369—387.

Gebläse.

Taf. XVI. Fig. 388—452.

Windregulatoren.

Winderhitzungsapparate.

Windleitungsröhren.

Manometer.

Arbeitsgezäh.

EINLEITUNG.

§. 1. **Metallurgie, Hüttenkunde und metallurgische Hüttenkunde.** Die Metallurgie im allgemeineren Sinne handelt die chemischen und mechanischen Prozesse ab, durch welche die nutzbaren Metalle (z. B. Silber, Antimon, Blei), manche Metalloide (z. B. Schwefel) und gewisse Verbindungen derselben (z. B. Schwefelantimon) aus ihren natürlichen Verbindungen (Erzen) dargestellt werden, und es gehört danach die Lehre von der mechanischen Aufbereitung der Erze in das Gebiet der allgemeinen Metallurgie. Die Metallurgie im engeren Sinne lehrt vorzugsweise die wissenschaftlichen Grundsätze kennen, auf welchen die Abscheidung der genannten Substanzen aus ihren Erzen im Grossen (hüttenmännisch) meist durch chemische Operationen (Hüttenprozesse), seltner durch mechanische Manipulationen (z. B. das Auswaschen des Goldes aus goldhaltigem Sande) beruht, sie handelt von den Erscheinungen in den Hütten, in denen die Darstellung der Metalle etc. erfolgt. Dagegen macht sich die Hüttenkunde zur Aufgabe, die auf diesen Grundsätzen basirenden metallurgischen Operationen, wie sie an verschiedenen Orten ausgeführt werden, näher zu beschreiben. Die metallurgische Hüttenkunde hat es hiernach mit der Entwicklung und der Anwendung der metallurgischen Principien auf die Ausscheidung der nutzbaren Metalle etc. aus den Erzen auf den verschiedenen Hüttenwerken zu thun, und soll demgemäss durch vorliegende Schrift eine gedrängte Zusammen-

stellung und Uebersicht der hüttenmännischen Theorie und Praxis gegeben werden.

Hüttenwerke, Hütten nennt man diejenigen Baulichkeiten, in denen sich die Vorrichtungen zum Zugutemachen oder Verhütten der Erze, d. h. zur Ausscheidung der darin enthaltenen nutzbaren Substanzen befinden, und unter Hüttenwesen wird der Umfang aller zur Anlage und zum Betriebe von Hütten erforderlichen Kenntnisse sowohl, als auch der Inbegriff der dazu nöthigen Personen und Anstalten verstanden, so wie unter Ausbringen die Quantität des durch die Zugutemachungsmethode dargestellten Metalles etc.

§. 2. Hülfswissenschaften für die Metallurgie.[1]) Die Metallurgie war seit den ersten Zeiten der Civilisation in den Händen von Leuten, welche weniger als die andern von den angenommenen Begriffen beherrscht, dagegen aber von einem der stärksten Mittel für den Menschen, dem Streben nach Gewinn, angeregt wurden, das Wahre auf experimentalem Wege zu suchen und, wenn es gefunden, dabei stehen zu bleiben. Ihre Fortschritte selbst wurden durch den Einfluss der Dinge herbeigeführt. Die meisten Fundamentalerscheinungen der Metallurgie waren entdeckt und auf die menschlichen Bedürfnisse angewandt, ehe die eigentlichen Naturwissenschaften selbstständig existirten. Lange vor Christi Geburt wurden fast alle Erscheinungen der Physik, Mechanik und Chemie, welche der Darstellung der Metalle zur Basis dienen, entdeckt, sie sind daher der Entwicklung der Metallurgie in den früheren Zeiten nicht förderlich gewesen, vielmehr gaben fast nur metallurgische Thatsachen der Chemie[2]) das Dasein. Erst am Ende des vorigen Jahrhunderts trug die Chemie der Metallurgie ihre Schuld ab, indem sie die wissenschaftliche Erklärung von bislang nur durch die Erfahrung bestätigten Thatsachen und der Metallurgie den festen Grund gab, welchen die Arbeiten von Berzelius, Lampadius, Karsten etc. haben, so dass sie seit dieser Zeit

1) Le Play, Beschreibung der Hüttenprozesse, welche in Wales zur Darstellung des Kupfers angewendet werden. Deutsch von Hartmann. 1851. p. 3.

2) Wagner, Geschichte der Chemie. 2. Aufl. Leipzig 1855. Dumas, die Philosophie der Chemie, übers. v. Rammelsberg. Berlin 1839.

als die hauptsächlichste Hülfswissenschaft für die Metallurgie gilt. Man ist aber bislang noch nicht dahin gekommen, mittelst der chemischen Grundsätze eine Erklärung aller metallurgischen Prozesse zu geben; letztere und die Prozesse der Experimentalchemie unterscheiden sich oft nicht nur durch den Massstab derselben, sondern auch durch wesentlich verschiedene allgemeine Principien und Wirkungsmittel. So herrscht in manchen ganz gewöhnlichen Zweigen des Hüttenwesens, z. B. bei der Verkohlung, der Cementstahlfabrikation etc. noch viel Dunkel; die erhitzte Gebläseluft ist in neuerer Zeit gegen die Theorie von Practikern eingeführt. Nur durch Beobachtung von Thatsachen in den Hütten, woran es noch sehr fehlt, wird man die Hüttenprozesse besser kennen lernen, indem man die gegenseitige Beziehung der beobachteten Erscheinungen zu einander aufsucht, sie auf irgend eine Weise nach ihrer Wichtigkeit klassificirt, um die fundamentalen Facta der durch eine Menge von Umständen — von denen man sich keine Rechnung ablegen konnte, ohne sich zu verwirren —, in alle Arbeiten eingeführten Complication und Unregelmässigkeit aufzudecken und zu entwickeln. Solche Beobachtungen haben ihre Schwierigkeiten, welche einestheils aus der ausserordentlichen Verwicklung des Gegenstandes, anderntheils aus der geographischen Entfernung der Hütten, der Renitenz der Hüttenbesitzer, welche sich durch Bekanntwerden ihrer Prozesse beeinträchtigt glauben, und endlich aus der passenden Verbindung des Beobachters mit den Arbeitern, welche meist allein die Thatsachen kennen, entstehen. Die Arbeiter, welche den Gelehrten unbekannte, in den Hütten aber seit 30 Jahrhunderten vorkommende, sowohl unter einander, als auch mit den grossen Naturgesetzen im Zusammenhange stehende Erscheinungen mit so grosser Genauigkeit reproduciren, sind die wirklichen Bewahrer der seit Anfang der Civilisation angehäuften Erfahrungen, und sind die von denselben ausgeführten chemischen, physikalischen und mechanischen Reactionen durchaus nicht zufällig, sondern gewöhnlich die Resultate sinniger Combinationen. Mit oft bewundernswerthem Tact nehmen Arbeiter, welchen anscheinend jede intellectuelle Bildung fehlt, die geringsten Nüancen von Er-

scheinungen wahr, deren Existenz die reine Wissenschaft bis jetzt oft nicht einmal vermuthet hat. Die Erfahrungen der Arbeiter schliessen der Wissenschaft bedeutende Schätze auf, sie verdienen eben so gut die Aufmerksamkeit der Forscher, als diejenige, mittelst welcher man zur Kenntniss der Naturgesetze gelangt ist.

Doch muss bei Beurtheilung hüttenmännischer Prozesse auch der Theorie der gebührende Platz eingeräumt werden. Ist gleich nicht jede theoretische Anschauung eine richtige, sondern oft einseitige, mittelst welcher der Practiker auf falsche Wege geführt werden kann, so unterstützt sie doch denselben in vielen Fällen in seinen Bemühungen, zum Verständniss und zu neuen Feldern seiner eignen Thätigkeit zu gelangen. Theorie und Praxis verhalten sich nach dem Ausspruche eines bekannten Chemikers, wie Auge und Hand. Beide können sich gegenseitig nützen und von einander lernen; der Hand allein gebührt der Preis des Schaffens, jedoch nur unter dem prüfenden Blicke des wachsamen Auges vermag sie die grösste Vollkommenheit ihres Werkes zu erreichen. Es gibt viele Veranlassungen beim Hüttenbetriebe, bei denen der Chemiker befragt und die Antwort aus dem Laboratorium geholt werden muss.

Zum Studium der allgemeinen anorganischen Chemie empfehlen sich unter andern die grösseren Werke von Berzelius, Gmelin, Mitscherlich, Otto-Graham, Regnault-Bödecker, sowie die kleineren von Lehmann, Regnault-Strecker, Stöckhardt, Wagner, Werther, Wöhler.

Besondere Wichtigkeit für den Metallurgen, z. B. bei Entwerfung von Beschickungen, hat der rechnende Theil der Chemie, die Stöchiometrie.

Ausser den Werken über allgemeine Chemie von Berzelius, Gmelin und Graham-Otto empfehlen sich zum Studium der Stöchiometrie folgende Schriften:

Buff, Stöchiometrie.

Rammelsberg, Lehrbuch der Stöchiometrie. Berlin 1842.

Frickhinger, Katechismus der Stöchiometrie. 3. Aufl. Nördlingen 1858.

In sehr naher Beziehung zur Hüttenkunde steht als einer der originellsten, sinnreichsten Zweige der analytischen Chemie die Probirkunst oder Docimasie, welche die

quantitative Ermittelung derjenigen nutzbaren Substanzen in den Erzen im Kleinen auf trocknem oder nassem Wege in kürzester Zeit und deshalb auf Kosten der Genauigkeit lehrt, welche man im Grossen gewinnen will, so dass also die Probirkunst der Hüttenkunde zur Controle dient.

Hollunder, Versuch einer Anleitung zur mineralurgischen Probirkunst auf trocknem Wege. 2 Thle. Nürnberg 1826 und 1827.
Berthier, Handbuch der metallurgisch-analytischen Chemie. 2 Bde. Mit eigenen Erfahrungen und Zusätzen vermehrt und übersetzt von C. Kersten. Leipzig 1835.
Plattner, Beitrag zur Erweiterung der Probirkunst. Freiberg 1849.
Bodemann, Anleitung zur berg- und hüttenmännischen Probirkunst. Vervollständigt und grösstentheils umgearbeitet von Bruno Kerl Clausthal 1857.
Kerl, Oberharzer Hüttenprozesse. 2. Aufl. 1860. S. 199.

Qualitative und quantitative Löthrohruntersuchungen führen oft rascher zum Ziele, als docimastische Versuche.

Berzelius, die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie. Nürnberg 1828.
Lenz, Löthrohrschule. Gotha 1848.
Kerl, Leitfaden beim Löthrohrprobirunterricht an der Bergschule zu Clausthal. Clausthal 1851.
Krüger, Leitfaden zu qualitativen Untersuchungen mittelst des Löthrohrs. Berlin 1852.
Plattner, die Probirkunst mit dem Löthrohr. 3. Aufl. Leipzig 1853.
Scheerer, Löthrohrbuch. 2. Aufl. Braunschweig 1857.

Von der analytischen Chemie unterscheidet sich die Probirkunst darin, dass erstere die Bestimmung sämmtlicher Bestandtheile eines Körpers meist auf nassem Wege bezweckt.

Rammelsberg, Anfangsgründe der quantit. mineralogisch- und metallurgisch-analyt. Chemie. Berlin 1845.
Derselbe, Leitfaden für die qualitative chem. Analyse. 4. Auflage. Berlin 1860.
H. Rose, ausführliches Handbuch der analytischen Chemie. 2 Bde. Braunschweig 1851.
Wöhler, pract. Uebungen in der chemischen Analyse. Göttingen 1853.
Richter, Leitfaden zum Unterricht in der quantitat. analyt. Chemie. Freiberg 1853.
Fresenius, Anleitung zur quant. chemisch. Analyse. 4. Aufl. Braunschweig 1858.
Will, Anleitung zur chemischen Analyse. 5. Aufl. 1859. Tafeln dazu 1859.

WICKE, Anleitung zur chemischen Analyse. Braunschweig 1857.
SONNENSCHEIN, Anleitung z. chemischen Analyse. 3. Aufl. Berlin 1858.

Auch die Massanalyse hat in neuerer Zeit auf manchen Hüttenwerken Eingang gefunden.

MOHR, chem. analytische Titrirmethode. Braunschweig 1855—1859.
SCHWARZ, practische Anleitung zu Massanalysen. 2. Aufl. Braunschweig 1853.
SCHWERTFEGER, Massanalyse. Regensburg 1857.

Ausser mit den genannten Disciplinen muss der Hüttenmann mit den Lehren der Mathematik, Mechanik, Physik, Mineralogie und Geognosie vertraut sein, auch dürfen ihm berg- und forstmännische Kenntnisse nicht fehlen, er hat sich mit den Aufbereitungsprozessen bekannt zu machen und fleissig mit der Baukunst und dem Zeichnen zu beschäftigen.

LAMPADIUS, Anleitung zum Studium des Bergbau- und Hüttenwesens. Freiberg 1820.

Der angehende Hüttenmann erhält in nachstehenden Schriften Winke, worauf er beim Besuche von Hüttenwerken und zur Vergleichung ihrer Zweckmässigkeit zu achten, welche Fragen er zu seiner Instruction aufzuwerfen hat etc.

LAMPADIUS, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde. II. Thl. 1. Bd. p. 2.; 2. Bd. p. 301; 4. Bd. p. 345 (1810), an letzterem Puncte ein Umriss der Eisenhüttenkunde nach WERNER's Vortrag.
Regulativ für den Besuch der Königl. Bergacademie zu Freiberg und die nachfolgende Vorbereitung zum Berg- und Hüttendienste. Freiberg 1860.
KERL, Anleitung zum Studium der Harzer Hüttenprozesse insbesondere, so wie der Hüttenprozesse überhaupt. Clausthal 1857.

§. 3. Grenze der metallurgischen Hüttenkunde. Die metallurgische Hüttenkunde befasst sich nur mit der Darstellungsweise der in den Erzen enthaltenen nutzbaren Metalle und Metalloide, sowie der in den Erzen schon fertig gebildet vorkommenden nutzbaren Verbindungen, während die weitere Verarbeitung dieser Rohstoffe zu Fabrikaten entweder auf chemischem oder mechanischem Wege, der Form oder der inneren Körperlichkeit nach, die Technologie lehrt.

Chemisch technologische Prozesse sind z. B. die Fabrikation des Messings, des Realgars, der arsenigen Säure, der Vitriole, der Schwefelsäure, der Smalte etc.

KNAPP, chemische Technologie. 2 Bde. Braunschweig 1847.
PAYEN, Gewerbschemie. Uebersetzt von Dr. FEHLING. Stuttgart 1850.
WAGNER, chem. Technologie. 4. Aufl. Leipzig 1859.
SCHUBARTH, Handbuch der technischen Chemie und chemischen Technologie. 4. Aufl. 3 Bde. mit Atlas. Berlin 1851.
GOTTLIEB, vollständiges Taschenbuch der chemischen Technologie. Leipzig 1852.
KNAPP, technologische Wandtafeln. München 1855—1860.
MUSPRATT, theorische, practische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe, frei bearbeitet von STOHMANN. Braunschweig 1856—1860. 3 Bde.
HERMBSTÄDT, Compendium der Technologie. Berlin 1855.

Als mechanisch technologische Prozesse sind beispielsweise zu erwähnen: die Umwandelung des geschmeidigen Eisens, des Zinks und des Kupfers in Blech und Draht.

KARMARSCH, Handbuch der mechanischen Technologie. 3. Aufl. in 2 Bänden. Hannover 1857.

Nicht selten findet man gewisse Fabrikationszweige auf den Hüttenwerken, z. B. die Bereitung von Messing, Realgar, arseniger Säure, Zinkweiss, Blech, Draht, Schrot, Verarbeitung des Roheisens zu Stabeisen etc.

§. 4. Geschichte des Hüttenwesens. Die Geschichte des Hüttenwesens lässt sich in 3 grosse Zeitabschnitte bringen. Der erste Abschnitt reicht vom Ursprunge des Hüttenwesens bis auf PLINIUS oder bis zum 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. In diesem Zeitraume waren schon, wie aus der Bibel und den Schriften des STRABO, DIOSCORIDES, PLINIUS, VITRUVIUS, GALENUS und Anderer hervorgeht, Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen bekannt. Aeltere römische und griechische Schriftsteller, deren Schriften bergwissenschaftlichen Inhalts sind, finden sich aufgeführt in: ZERRENNER's Anleitung zum Platin-, Gold- und Diamantwaschen. 1851. p. IV.

Der zweite Abschnitt umfasst den Zeitraum von PLINIUS bis AGRICOLA, oder vom ersten Jahrhundert bis 1550 n. Chr. Zu Anfang desselben wurde bedeutender Bergbau in Kleinasien, Spanien, Gallien, Britannien etc. betrieben, im 7. Jahrhundert auch in Böhmen, Mähren und Sachsen; im 9. Jahrhundert wurde der Bergbau im Rammelsberge aufgenommen; im 13. Jahrhundert kannte man Arsen, im 15. Jahrhundert Wismuth, Antimon und Zink. HAUSMANN hat

in §. 17. seiner *Commentatio de arte ferri conficiendi veterum* zu zeigen gesucht, dass nach einer Stelle des STRABO auch das Zink unter dem Namen ψευδάργυρος bereits bekannt gewesen sei. Die erste Metallurgie erschien 1540 zu Venedig. Als Schriftsteller über einzelne Metalle traten auf: GEBER im 8., AVICENNA im 10., BOLLSTEDT im 13., BASILIUS VALENTINUS und PARACELSUS im 15. Jahrhundert.

Der dritte Zeitraum geht von AGRICOLA bis auf die neueste Zeit. AGRICOLA ist der Vater der Metallurgie; in seiner um 1546 abgefassten Schrift *de re metallica* finden sich die ersten Anfänge einer wissenschaftlichen Hüttenkunde. Bemühten sich gleich verschiedene Schriftsteller (ENCELIUS 1557, MATHESIUS 1589, LAZ. ERKER 1598, ALONSO BARBA 1640, LÖHNEYSS 1690, RÖSSLER 1700, BRUCKMANN 1726, ORSCHALK 1735, SCHLÜTER 1738, JUGEL 1743, CRAMER 1774, CANCRIN 1784, GMELIN 1786, SCOPOLI 1789, FIEDLER 1797 u. And.) neben und unmittelbar nach AGRICOLA, mehr oder weniger deutliche Beschreibungen von Hüttenprozessen zu liefern, und wurden gleich in practischer Hinsicht bedeutende Fortschritte im Hüttenwesen gemacht, so war eine mehr wissenschaftliche Behandlung der Hüttenprozesse erst dann möglich, nachdem die Lehre vom Phlogiston verbannt worden und mit LAVOISIER's wichtigen Entdeckungen sich die Chemie zur Wissenschaft erhob. Eine wissenschaftliche Bearbeitung des noch ungeordnet vorhandenen bedeutenden hüttenmännischen Materials hat zuerst LAMPADIUS in Freiberg in seinem „Handbuche der allgemeinen Hüttenkunde" (erste Auflage von 1801—1810, zweite Auflage von 1817—1827) geliefert. Die Hauptgrundlage der ganzen neuern Metallurgie bildet das in den Jahren 1831 und 1832 erschienene „System der Metallurgie von KARSTEN, dem im Jahre 1841 ein weniger umfangreiches Werk, WEHRLE's „Lehrbuch der Probir- und Hüttenkunde" folgte, welches gekannt zu werden verdient. Als eine neuere wichtige Erscheinung auf dem Felde der Metallurgie ist SCHEERER's „Lehrbuch der Metallurgie" allseitig begrüsst worden, welches sich zur Aufgabe macht, diese wichtige, mit so vielen Zweigen der Naturwissenschaften und Technik in Berührung stehende Doctrin auf ihrem jetzigen Standpuncte in kurzgefasster und über-

sichtlicher Weise darzustellen. Erst nach dem Tode PLATTNER's, des berühmten Metallurgen der Neuzeit, erscheinen jetzt dessen Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde, herausgegeben von einem seiner ausgezeichnetsten Schüler, ein würdiges Andenken an den grossen Meister.

Ueber die Geschichte des Hüttenwesens:

LAMPADIUS, Grundriss einer allgemeinen Hüttenkunde. 1827. pag. 7.

KOPP, Geschichte der Chemie. 4 Bde. Braunschweig 1843—1847.

KARSTEN, Grundriss der Metallurgie. 1818. pag. 36. Dessen System der Metallurgie. Bd. I.

ZIPPE, Geschichte der Metalle. Wien 1857.

Uebersicht der älteren metallurgischen Literatur in LAMPADIUS' Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, II. Thl., 2. Bd., pag. 240. (1827.)

Uebersicht der wichtigsten metallurgischen Literatur von 1740—1830 in KARSTEN's und v. DECHEN's Archiv für Mineralogie etc., Bd. XV, pag. 228; desgl. von 1830—1848 in SCHEERER's Metallurgie, Bd. I, pag. 598.

Bibliotheca rerum metallicarum. Verzeichniss der bis Mitte 1856 in Deutschland über Bergbau, Hütten- und Salinenkunde und verwandte Zweige erschienenen Bücher, Karten und Ansichten. Mit Sachregister. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Eisleben 1857.

Zum Studium der Metallurgie empfehlen sich folgende Schriften:

LAMPADIUS, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde. 5 Bde. Göttingen 1817—1827. — Supplemente, 2 Bde. 1818 und 1826. — Die neueren Fortschritte im Gebiete der gesammten Hüttenkunde. Freiberg 1839.

KARSTEN, Grundriss der Metallurgie. Breslau 1818.

LAMPADIUS, Grundriss der allgemeinen Hüttenkunde. Göttingen 1827.

KARSTEN, System der Metallurgie, nebst Atlas. 5 Bde. Berlin 1831 und 1832.

A. WEHRLE, Lehrbuch der Probir- und Hüttenkunde. 2 Bde., nebst Atlas. Wien 1841.

RAMMELSBERG, Lehrbuch der chemischen Metallurgie. Berlin 1850.

SCHEERER, Lehrbuch der Metallurgie mit besonderer Hinsicht auf chemische und physikalische Principien. Braunschweig, I. Bd. von 1848 und II. Bd., 1. u. 2. Liefer. 1853.

C. F. PLATTNER, Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde, herausgegeben von Theodor RICHTER in 2 Bänden. Freiberg 1859—1861.

C. L. RIVOT, Handbuch der theoretisch-practischen Hüttenkunde, deutsch bearbeitet von C. HARTMANN. 1. Bd. Kupferhüttenkunde. 2. Bd. Silber- und Bleihüttenkunde. Naumburg 1860.

A. LESOINNE, Vorträge über allgemeine Hüttenkunde, herausgegeben von GILLON, übersetzt von C. HARTMANN. 1. Band. Naumburg 1860.

M. Gruner, Cours de métallurgie. 1re année. Paris 1859—1860.
C. Hartmann, Fortschritte des metallurgischen Hüttengewerbes. Bd. I.—III. Leipzig 1858 bis 1860.

§. 5. Eintheilung der metallurgischen Hüttenkunde. Man kann die Hüttenkunde in einen allgemeinen (präparativen) und in einen speciellen (applicativen) Theil zerfallen lassen.

Die allgemeine Hüttenkunde lehrt die chemischen Eigenschaften der hier in Betracht kommenden Metalle und ihrer Verbindungen, sowie die wissenschaftlichen Grundsätze kennen, auf denen die verschiedenen Zugutemachungsmethoden für Erze, also die Hüttenprozesse, beruhen, sie handelt von den zum Betriebe der Hütten erforderlichen Materialien (Erzen, Zuschlägen, Brennmaterialien etc.) und Vorrichtungen (Oefen, Gebläse, Gezähe etc.) und betrachtet die Erzeugnisse der Hüttenprozesse, die Hüttenproducte, näher, insofern sich letztere allgemein zusammenfassen und characterisiren lassen.

Die specielle Hüttenkunde umfasst die Lehre von der Gewinnung der einzelnen Metalle, Metalloide und ihrer hier in Betracht kommenden Verbindungen, unter Berücksichtigung der dazu erforderlichen Materialien und Vorrichtungen, sowie der Theorie und des Erfolges der verschiedenen Zugutemachungsmethoden auf den Hüttenwerken. Es werden hier abgehandelt werden: Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Zink, Cadmium, Zinn, Wismuth, Eisen, Nickel, Kobalt, Antimon, Arsen, Mangan, Uran, Chrom, Wolfram, Schwefel.

ERSTER THEIL.

Allgemeine metallurgische Hüttenkunde.

I. Abschnitt.

Von dem metallurgisch-chemischen Verhalten der Metalle und ihrer Verbindungen.

Allgemeines.

§. 6. Allgemeines. Die Auswahl eines Hüttenprozesses und des Hüttenapparates für ein zu verarbeitendes Erz etc. hängt hauptsächlich von dem metallurgisch-chemischen Verhalten des auszubringenden Metalles und der dabei fallenden Producte ab, weshalb zunächst von diesem Verhalten der Metalle und ihrer hüttenmännisch wichtigen Verbindungen (Legirungen, Schwefelmetalle, Arsenmetalle, Kohlenstoffmetalle, Phosphormetalle, Metalloxyde und Säuren, Metallsalze), namentlich von deren Entstehungs- und Zersetzungsweise die Rede sein muss.

Eigenschaften der Metalle.

§. 7. Metalle. Die Metalle, chemisch einfache Körper, sind hauptsächlich characterisirt durch eigenthümlichen Glanz, Undurchsichtigkeit, grosse Leitungsfähigkeit für Wärme und Electricität, hohes specifisches Gewicht und electropositives Verhalten, wodurch sie sich meist von den Nichtmetallen unterscheiden. Diese Charactere gestatten indessen keine scharfe Trennung beider Gruppen, sondern es ist, da in der Natur nie scharfe Grenzen und Sprünge wahrzunehmen sind und sich stets leise Uebergänge zeigen, für einzelne Elemente noch unentschieden, zu welcher Gruppe man sie rechnen soll.

Classification der Metalle.

Die sogenannten schweren Metalle, welche Gegenstand der Metallurgie sind und von denen im Folgenden nur die Rede sein soll, lassen folgende Eintheilungen zu:

A) In Bezug auf ihr Verhalten zum Sauerstoff:
1. Unedle, leicht oxydirbare Metalle.
   a) Nur Basen bildende: Zn, Cd, Pb, Ur.
   b) Nur Säuren bildende: As.
   c) Basen und Säuren bildende: Cu, Ni, Co, Bi, Sn, Cr, Mn, Fe, Sb.
2. Edle, schwer oxydirbare Metalle: Pt, Au, Ag, Hg.

B) Hinsichtlich ihres Verhaltens zum Schwefel hat FOURNET[1]) das Gesetz aufgestellt, dass von den Metallen Cu, Fe, Sn, Zn, Pb, Ag, Sb, As das Cu die stärkste und As die geringste Verwandtschaft zum Schwefel hat; je näher ein Metall beim Kupfer steht, um so grösser, je weiter davon entfernt, um so geringer ist diese Verwandtschaft.

C) Hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit:
1. Bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und flüchtig: Hg.
2. Zwischen 200° und 420° C. schmelzbar und bei höherer Temperatur flüchtig: Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, As (letzteres geht aus dem festen Zustand gleich in den gasförmigen über).
3. Ueber 1000° C. schmelzbar: Cu, Ag, Au.
4. Nur im anhaltenden Ofenfeuer schmelzbar: Mn, Fe, Ni, Co, Pt.
5. Im Sauerstoffgebläse schmelzbar: Cr.

Physikal. Eigenschaften der Metalle.

Hinsichtlich ihrer Hämmerbarkeit lassen sich die Metalle in folgender Reihe aufstellen: Au, Ag, Cu, Sn, Pt, Pb, Zn, Fe, Ni; hinsichtlich ihrer Härte nach CALVERT und JOHNSON: graues englisches Roheisen 1000, Stahl 948, Platin 375, Kupfer 301, Aluminium 271, Silber 208, Zink 183, Gold 167, Cadmium 108, Wismuth 52, Zinn 27, Blei 16; hinsichtlich ihrer Ziehbarbeit: Au, Ag, Pt, Fe, Cu, Zn, Sn, Pb, Ni. Die geschmeidigen Metalle krystallisiren im Allgemeinen tesseral, die spröden hexagonal, nämlich Pt,

1) ERDM., J. f. pr. Ch. II. 120.

Au, Ag, Cu, Pb, Fe tesseral, Sn tetragonal, Sb, As, Bi hexagonal, Zn tesseral und hexagonal. Wärmeleitungsfähigkeit nach CALVERT und JOHNSON: reines Ag 1000, reines Au 981, gewöhnliches Au 840, gewalztes Cu 845, gegossenes Cu 811, Hg 677, Al 665, gewalztes Zn 641, Zn vertikal gegossen 628, horizontal gegossen 608, Cd 577, Schmiedeeisen 436, Sn 422, Stahl 397, Pt 379, Na 365, Gusseisen 359, Pb 287, Sb horizontal gegossen 215, vertikal gegossen 192, Bi 61.

Darstellung der Metalle.

Die Darstellung der Metalle kann auf folgende Weise stattfinden:

a) durch mechanische Prozesse (Verwaschen von Goldsand oder goldhaltigem Schwefelkies);
b) durch Ausschmelzen oder Aussaigern (Wismuth aus begleitenden Nickel- und Kobalterzen) oder durch Destillation (ged. Quecksilber);
c) durch Reduction von Metalloxyden bei erhöhter Temperatur (Blei aus Glätte und Weissbleierz, Zinn aus Zinnstein, Kupfer aus Malachit und Lasur, Eisen aus Eisenstein, Nickel aus Nickeloxyd, Zink aus Galmei etc.);
d) durch Zersetzung von Schwefelungen mittelst des Sauerstoffs der Luft (Quecksilber und Gold aus deren Schwefelungen) oder durch andere Metalle (Zersetzung von Schwefelsilber, Schwefelblei, Schwefelquecksilber, Schwefelantimon, Schwefelzink durch Eisen);
e) durch Ausziehen mit Blei und Abtreiben des silberhaltigen Bleies (Gold und Silber);
f) durch Ausziehen mit Quecksilber und Erhitzen des Amalgams zur Verflüchtigung des Quecksilbers (Gold und Silber);
g) durch Auflösen und Fällen mit anderen Metallen (Silber aus Silbervitriollösung — bei der Goldscheidung, beim ZIERVOGEL'schen Prozess etc. erfolgt — oder aus silberhaltiger Kochsalzlösung beim AUGUSTIN'schen Prozess durch Kupfer, Kupferlösung durch Eisen) oder reducirenden Körpern (Gold aus Chlorgold durch Eisenvitriol);
h) durch Zersetzung fester Chlormetalle durch andere

Metalle (Chlorsilber durch Eisen oder Zink bei PATERA's Entsilberungsmethode).

Chem. Constitution der Legirungen.

§. 8. **Metalllegirungen.** Hierunter versteht man Verbindungen der Metalle unter einander in bestimmten Proportionen, wobei ein Ueberschuss des einen oder andern Metalles der gebildeten Legirung als Auflösungsmittel dient, welches nach dem Erstarren mit jener gemengt bleibt.[1])

Als Gründe dafür, dass Legirungen chemische Verbindungen sind, gelten: das häufige Auftreten von Feuererscheinungen bei ihrer Bildung, das ungleichförmige Sinken der Temperatur beim Erstarren, die öftere Ausscheidung fester, constant zusammengesetzer Legirungen aus flüssigen, und der Umstand, dass Legirungen nicht die mittlere Dichtigkeit der sie componirenden Metalle besitzen[2]) und leichtflüssiger als diese sind. Nach CALVERT und JOHNSON[3]) sind die Bronzelegirungen wirkliche chemische Verbindungen, die Zinn- und Zinklegirungen dagegen blosse Gemenge.

Die Metalle verbinden sich um so leichter mit einander, je verschiedener sie in ihren Eigenschaften sind, z. B. Kupfer und Zink unter Feuererscheinungen, Zink mit Silber, dagegen ersteres fast gar nicht mit Blei (PARKES' Entsilberungsmethode).

Zerlegung der Legirungen.

Die Zerlegung von Legirungen kann geschehen:

1) **Durch Erhitzen der festen Legirungen** bis zu einem gewissen Grade, wobei der leichtflüssigere Bestandtheil ausschmilzt (Trennung von Cu und Pb, von Sn und Fe durch **Saigerung**) oder wobei sich ein Bestandtheil verflüchtigt (Gold- und Silberamalgam, silberhaltiges Zink).

2) **Durch allmäliges Abkühlen der flüssigen Legirung,** wobei sich entweder nach ihrem specifischen Gewichte oder nach noch nicht näher genannten Gesetzen verschiedene Legirungen in mehr oder weniger krystallinischem

1) POGG. Ann. XVIII, 240; XXVI, 280. DINGL. polyt. Journ. CXIV, 128; CXXIX, 438; CXXII, 62. ERDM. J. f. pr. Ch. XLV, 87; LX, 449. Polyt. Centr. 1851, p. 56. B. u. h. Ztg. 1853, p. 907; 1859, p. 14. Bgwfd. XIV, 471. MULDER, Silberprobirmethode p. 148. STORER, the alloys of copper and zinc. Cambridge 1860.
2) KOPP, Modification der mittleren Eigenschaft. Frankfurt 1841.
3) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1860. S. 24.

Zustande absetzen. Dabei erstarrt zuweilen in dem geschmolzenen Metallgemisch das leichtflüssigere Metall zuerst (PATTINSON's Krystallisationsmethode für Werkblei), für welche auffallende Erscheinung eine hinreichende Erklärung noch nicht gefunden ist. Diejenigen Stellen, welche am schnellsten erstarren (der Rand), pflegen am reichsten an dem strengflüssigsten Metalle zu sein. Im Werkblei findet sich das Silber ungleichmässig vertheilt.[1])

3) Durch Oxydation bei einer mehr oder weniger hohen Temperatur (Darren der Kiehnstöcke, Gaarmachen des Schwarzkupfers, Abtreiben des Werkbleies, Trennung von Wismuth und Blei).

4) Durch Umschmelzen, wobei das specifisch leichtere Metall in flüssigem Zustande auf die Oberfläche geht (Zink und Blei).

5) Durch Behandlung mit Auflösungsmitteln, z. B. mit Quecksilber (Amalgamation des Schwarzkupfers), mit Säuren (Gold und Silber), oder mit oxydirenden und chlorirenden Zuschlägen (Cementiren des Goldes, Schmelzen des kupferhaltigen Silbers mit Salpeter, Zuschlag von Glätte beim Kupfergaarmachen) u. a. m.

Oxydbildung.

§. 9. Metalloxyde und Säuren. Die Oxydation der Metalle geschieht

1) auf trocknem Wege, und zwar

a) schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft (Arsen, feinzertheiltes Eisen und Kobalt);

b) beim Erhitzen an der Luft, zuweilen unter Entwicklung von Wärme und Licht (Feuer, Verbrennung, Glühe- und Flammenfeuer, wie Eisen, Kupfer, Zink, Blei);

c) beim Erhitzen mit Substanzen, welche Sauerstoff abgeben (Kupfer mit Salpeter, Wirkung des Bleioxyds auf Kupfer beim Abtreiben von kupferhaltigem Werkblei, beim Gaarmachen von unreinem Kupfer, sowie beim Probiren von Gaarkupfer, Schwarzkupfer etc. auf Silber). Beim Zusammenschmelzen eines unedlen Metalles, z. B. Kupfer, mit dem Oxyde eines andern dieser Metalle, z. B. Bleioxyd,

1) MARKUS in der Oesterr. Zeitschrift 1855. p. 101; 1856, p. 101. — STRAUCH, in der *Berg- und hüttenm. Ztg.* 1860. S. 24.

erfolgt stets wenigstens eine theilweise Oxydation des ersteren, und die relative Menge des gebildeten Oxydes ist abhängig einmal von der relativen Menge des angewandten Oxydes, dann von dem Grade, in welchem sich das Metall electropositiv zum Oxyde und umgekehrt das Oxyd sich electronegativ zum Metall verhält. Hiernach kann Bleioxyd Kupfer und Kupferoxydul Blei oxydiren, je nachdem eins der beiden Oxyde im Ueberschuss vorhanden ist.[1])

d) Beim Erhitzen mancher Schwefelmetalle an der Luft entstehen Metalloxyde, z. B. aus Schwefeleisen, Schwefelkupfer, Schwefelzink etc.

2) auf nassem Wege durch Auflösen in Sauerstoffsäuren, wovon später in §. 14.

Eigenschaften der Oxyde.

Die Metalloxyde, welche bei Hüttenprozessen häufig entstehen, sind entweder leichtflüchtig (Antimonoxyd, arsenige Säure, Cadmiumoxyd, Quecksilberoxyd) oder schmelzbar und bei höherer Temperatur flüchtig (Bleioxyd, Wismuthoxyd) oder strengflüssig und feuerbeständig (Eisenoxyd, Zinkoxyd, Zinnoxyd etc.).

Reduction der Oxyde.

Die Desoxydation oder Reduction der Metalloxyde kann entweder vollständig oder nur theilweise auf mehrfache Art geschehen, und zwar

1) auf trocknem Wege

a) durch blosses Erhitzen des Oxydes (Oxyde der edlen Metalle);

b) durch Erhitzen mit Kohle, indem diese an den Puncten, wo sie mit dem Metalloxyde in Berührung ist, in Kohlenoxydgas oder Kohlensäure übergeht. Letztere verwandelt sich unter Abgabe eines Theiles Sauerstoff an die überschüssig vorhandene Kohle in Kohlenoxydgas[2]), welches die Oxyde durchdringt und dabei reducirend einwirkt. Es ist deshalb nicht erforderlich, dass Kohle und Metalloxyd behuf der Reduction in inniger Berührung sind. (Verschmel-

1) Dingl. polyt. Journ. XXII, 266.
2) Ueber die reducirende Wirkung des Kohlenoxydgases: Despretz in Ann. de Chim. et Phys. XLIII, 222. Goebel in Erdm. J. f. pr. Ch. VI, 386. Le Play und Laurent in Dingl. polyt. Journ. XLVIII, 49. Bgwfd. V, 65. Stammer in Pogg. Ann. 1851. Nr. 1. Dingl. polyt. Journ. CXX, 428.

zen der Blei-, Silber-, Zinn-, Kupfererze mit Kohle in getrennten vertikalen Säulen und von Eisenstein mit Kohle in horizontalen Lagen, Eisenprobe, Zinkgewinnung.)

Die Oxyde des Pb, Bi, Sb, Ni, Co, Cu und Fe reduciren sich bei einer mehr oder weniger starken Rothglühhitze, während die Oxyde des Mn, Cr, Sn und Zn zur Reduction der Weissglühhitze oder doch einer derselben nahe liegenden Temperatur bedürfen.

c) Durch Kohlenwasserstoffgas, welches sich neben Kohle, Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserstoff aus rohen Brennmaterialien entwickelt.[1]) (Verschmelzen der Eisenerze, Bleierze etc. mit Steinkohlen etc.)

d) Wasserstoffgas. Dasselbe erzeugt sich neben Kohlenoxydgas und Kohlensäure, wenn man Wasserdämpfe über glühende Kohlen strömen lässt.[2]) (Ist in Schottland und Norwegen auf Brefen's Eisenwerk in Orebroe versuchsweise angewandt.)

2) auf nassem Wege aus ihren Auflösungen, worüber das Nähere in §. 14.

Leche.

§. 10. Schwefelmetalle. Bei den Hüttenprozessen erzeugen sich häufig Verbindungen der Metalle mit Schwefel in verschiedenen Verhältnissen, die sogenannten Steine oder Leche, und zwar entweder als einfache Schwefelmetalle oder, wie in den meisten Fällen, als Schwefelsalze.

Bildung der Schwefelmetalle.

Die Bildung der Schwefelmetalle[3]) erfolgt:

1) auf trocknem Wege

a) durch Erhitzen eines Metalles mit Schwefel oder in Schwefeldampf (Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel behuf der Gewinnung von Kupfervitriol, von goldhaltigem Silber mit Schwefel etc.; Gold und Zink verbinden sich nicht direct mit Schwefel);

b) durch Erhitzen eines Metalloxydes mit Schwefel, wobei sich flüchtige schweflige Säure oder Schwefelsäure bildet, die mit einem Theile des Metalloxydes ein Salz

1) Erdm., J. f. pr. Chem. VI, 231. Dingl. LIX, 36. B. u. h. Ztg. 1845. p. 161.

2) Bgwfd. III, 558. B. u. h. Ztg. 1860. S. 388.

3) Pogg. Ann. XVII, 268. Erdm. J. f. ök. u. techn. Ch. II, 129.

erzeugt (Einwirkung des Schwefeleisens auf oxydirtes Kupfer beim Verschmelzen der Kupfersteine). Zuweilen entstehen auch Oxysulphurete (Antimonoxyd und Schwefel, beim Mangan);

c) durch Reduction von schwefelsauren Metalloxyden durch Kohle[1]), Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas oder Wasserstoffgas. (Verschmelzen gerösteter Leche mit mehr oder weniger feuchten natürlichen oder künstlichen Brennmaterialien);

d) durch Erhitzen eines Metalles oder Metalloxydes in Schwefelkohlenstoffdampf, wobei in letzterem Falle Kohlenoxydgas und Kohlensäure entweicht (Bildung der zinkischen Ofenbrüche).

2) auf nassem Wege

durch Ausfällen eines Metalles aus seiner Lösung durch Schwefelwasserstoff oder ein Schwefelalkali (PLATTNER's Goldextractionsmethode, Kupferfällung, Darstellung von Nickel und Kobalt).

Zerlegung der Schwefelmetalle.

Die Zerlegung der Schwefelmetalle[2]) lässt sich herbeiführen ·

1) durch Erhitzen für sich bei Luftabschluss.

$\acute{\mathrm{Pb}}$[3]) schmilzt, jedoch weniger leicht, als metallisches Blei, st aber viel flüchtioger als dieses und zersetzt sich dabei in eine höhere flüchtige und in eine niedrigere, im Rückstand bleibende Schwefelung $\acute{\mathrm{Pb}}$. Diese bildet in der Hitze eine geschmolzene Masse, aus der sich beim Erkalten Blei ausscheidet; bei höherer Temperatur entsteht daraus $\mathrm{Pb}^{4}\mathrm{S}$. — $\acute{\mathrm{Cu}}$ geht unter Verdampfung der Hälfte Schwefel in $\acute{\mathrm{Cu}}$ über. — $\acute{\acute{\mathrm{Fe}}}$ (Schwefelkies) verwandelt sich allmälig unter Entweichung von 23% Schwefel in $\acute{\mathrm{Fe}}^{6}\ \acute{\acute{\mathrm{Fe}}}$ (Magnetkies),

1) BERTHIER in KARSTEN's Archiv. 1 R. VII, 198.

2) FOURNET, Untersuchungen über Sulphurete. ERDM. J. f. pr. Ch. II, 129. BREDBERG, über das Verhalten der Schwefelmetalle beim Schmelzen für sich und mit andern Körpern. ERDMANN, ök. u. techn. Ch. XII, 287. Bgwfd. VII, 94, 109. GAY-LUSSAC in KARSTEN's Arch. 1. R. VI, 135.

3) JORDAN, Versuche über die Entschwefelung des Bleiglanzes etc. ERDM. J. f. ök. und techn. Ch. XI, 329. — FOURNET, Beobachtungen beim Rösten des Bleiglanzes. Ann. d. min. 1833. II. 3.

bei heftigem Glühen bleibt $\dot{Fe}$ zurück. — $\dddot{Fe}$ geht ebenfalls bei starkem Glühen unter Schwefelverlust in Magnetkies über. $\dot{Fe}$ verliert selbst bei Weissglühhitze keinen Schwefel. — $\dot{Zn}$ verdampft selbst in der Weissglühhitze nicht. — $\dot{Ag}$ wird nicht zerlegt. — $\dot{Au}$ und $\dddot{Au}$, sowie $\dot{Pt}$ und $\ddot{Pt}$ verwandeln sich in Metalle. — $\dot{Hg}$ verdampft unzersetzt. — $\dddot{Sb}$ schmilzt leicht, kocht in starker Glühhitze und lässt sich unzersetzt überdestilliren. — $\dot{As}$ und $\dddot{As}$ schmelzen leicht, ersteres etwas leichter, als letzteres, und verdampfen, ohne sich zu zersetzen, weit unter der Glühhitze.

Werden höher geschwefelte Metalle für sich bei Luftabschluss eingeschmolzen, so gehen sie unter Entweichen eines Theils Schwefel in niedrigere Schwefelungsstufen über. Bei raschem Einschmelzen kann mit letzteren ein kleiner Theil der höheren Schwefelungen gemengt bleiben. Niedrigere Schwefelungsstufen entstehen ebenfalls, wenn man regulinische Metalle mit auf hohen Schwefelungsstufen stehenden Schwefelmetallen zusammenschmilzt.

2) durch Erhitzen an der Luft und Reduction mit Kohle. Die Schwefelmetalle absorbiren beim Erhitzen an der Luft (beim Rösten) Sauerstoff und verwandeln sich in Metalle (Schwefelgold, Schwefelsilber, Schwefelquecksilber), in freie oder in schwefelsaure Metalloxyde. Die letzteren sind entweder durch Hitze mehr oder weniger leicht zersetzbar und geben Oxyde (z. B. die schwefelsauren Salze des Eisens leichter, als die des Kupfers und Zinks), oder Metalle (schwefelsaures Silberoxyd), oder sie zersetzen sich nicht (z. B. schwefelsaures Bleioxyd). Werden Gemenge von Oxyden und schwefelsauren Salzen in Berührung mit Kohle geschmolzen, so erzeugen sich wiederum Schwefelungen, auf niedrigerer Schwefelungsstufe stehend, und ein Theil der Metalle scheidet sich im regulinischen Zustand ab.

Die Bildung von schwefelsauren Salzen beim Rösten kann nach PLATTNER[1]) auf folgende Weise geschehen:

1) PLATTNER's Röstprozesse. Freiberg 1856, p. 95. — B. u. h. Z. 1855. p. 254.

a) durch Vereinigung der beim Rösten gebildeten schwefligen Säure mit dem Sauerstoff der Luft bei Anwesenheit von Metalloxyden (Contactsubstanzen), mit denen sich dann die gebildete Schwefelsäure vereinigt. Auch können Metalle (Gold, Silber, Eisen, Kupfer) als Contactsubstanzen wirken.

b) Bei Mangel an atmosphärischer Luft entzieht die beim Rösten gebildete schweflige Säure manchen mit ihr in Berührung befindlichen Metalloxyden (Kupferoxyd, Bleioxyd, Eisenoxyd, Zinkoxyd) Sauerstoff und ändert sich dadurch in Schwefelsäure um. Dabei gibt Kupferoxyd Kupferoxydul, schwefelsaures Kupferoxyd und ein Sublimat von Schwefel; Bleioxyd gibt ein Gemenge von Schwefelblei, Bleisuboxyd und schwefelsaurem Bleioxyd; Eisenoxyd gibt ein Gemenge von Eisenoxyd, schwefelsaurem Eisenoxyd und schwefelsaurem Eisenoxydul; Zinkoxyd gibt wenig schwefelsaures Zinkoxyd und Schwefelzink;

c) ein Theil der bei der Röstung gebildeten schwefligen Säure zerfällt — wenn es an Luftzutritt oder an leicht reducirbaren Metalloxyden fehlt — in Berührung mit dem Röstgute in Schwefelsäure und Schwefel, so dass bei niedriger Temperatur schwefelsaure Salze entstehen und die schon gebildeten Oxyde wieder in Schwefelungen übergehen können. Eine derartige Zerlegung der schwefligen Säure wurde hervorgebracht durch metallisches Eisen, Kupfer, Einfachschwefeleisen, Quarz.

Die unter b und c aufgeführten Fälle können eintreten, wenn pulverförmiges Röstgut in einem Flammofen hoch über einander liegt und nicht fleissig durchgekrählt wird, so dass es an dem erforderlichen Luftzutritt zu allen Theilen des Röstgutes fehlt.

Die auf die eine oder andere Weise gebildeten schwefelsauren Metalloxyde entlassen meist in höherer Temperatur ihre Schwefelsäure, welche das Röstgut dampfförmig durchstreicht und dabei noch unverändert vorhandene Schwefelmetalle und etwa eingemengte Metalle oxydirt, auch kohlensaure und kieselsaure Verbindungen in schwefelsaure umändert und Oxydule höher oxydirt. Die auf diese Weise aus Metallen (Silber, Kupfer, Eisen etc.) oder Schwefelungen (Schwefeleisen, Schwefelkupfer, Schwefelzink, Schwefelsilber,

Schwefelblei etc.) neu gebildeten schwefelsauren Salze geben bei erhöhter Temperatur ihre Schwefelsäure wieder ab, oder nicht. Je leichter Ersteres geschieht, in um so kürzerer Zeit lassen sich die Schwefelungen abrösten, daher höher geschwefelte Metalle leichter als niedriger geschwefelte, welche letztere meist schwerer zerlegbare schwefelsaure Metalloxyde bilden. Auch Schwefel wird von dampfförmiger Schwefelsäure oxydirt. Höhere Schwefelungen kann man so rösten, dass nur Sulphate entstehen; niedrigere geben stets noch Oxyde.

Röstverhalten einfacher Schwefelmetalle.

Die den Hüttenmann hauptsächlich interessirenden Schwefelmetalle verhalten sich beim Rösten wie folgt:

$\acute{Fe}$ (Einfachschwefeleisen) verwandelt sich bei vorsichtig geleiteter Röstung zuerst in schweflige Säure und Eisenoxydul, dann bildet sich bei fernerem Zutritt der Luft Eisenoxyduloxyd und durch Contactwirkung Schwefelsäure. Bei der Einwirkung letzterer auf ersteres entstehen schwefelsaures Eisenoxydul, Eisenoxyd und schweflige Säure. Bei eintretender Rothglühhitze gibt die Hälfte der Schwefelsäure des Eisenvitriols 1 Atom Sauerstoff an das Eisenoxydul unter Bildung von Eisenoxyd und schwefliger Säure ab und es entsteht einfach schwefelsaures Eisenoxyd, wobei $2\dot{Fe}\,\bar{\dddot{S}}$ in $\overline{\dddot{Fe}}\,\bar{\dddot{S}} + \ddot{S}$ zerfallen. Dieses Salz gibt unter Zurücklassung von Eisenoxyd bei erhöhter Temperatur seine ganze Schwefelsäure ab. Indem dieselbe das Röstgut durchdringt, wirkt sie noch stark oxydirend ein und es bleibt zuletzt reines Eisenoxyd zurück.

$\acute{\acute{Fe}}$ (Schwefelkies) verhält sich ähnlich wie $\acute{Fe}$, nur entweicht während der Röstung ein Theil Schwefel dampfförmig, verbrennt über der Röstpost, und weil dabei mehr Wärme frei wird, als bei niedrigeren Schwefelungsstufen, so bildet sich auch mehr Schwefelsäure, welche durch ihre oxydirende Wirkung die Röstung beschleunigt. Bei Mangel an Luftzutritt entsteht weniger Schwefelsäure, dagegen mehr Eisenoxyduloxyd.

$\acute{Fe}^5\,\overline{\dddot{Fe}}$ (Magnetkies) verwandelt sich nach Stapff[1])

1) B. u. h. Z. 1858. Nr. 47.

in neutrale und basische Sulphate und bei gesteigerter Hitze in Eisenoxyd. Es bildet sich stets erst $\dot{Fe}\,\dddot{S}$, aus dessen Zersetzung $\dddot{\overline{Fe}}$ und $\dddot{\overline{Fe}}\,\dddot{S}^3$ entstehen. Die Umwandlung von $\dot{Fe}\,\dddot{S}$ in $\dddot{\overline{Fe}}\,\dddot{S}^3$ scheint schwieriger und langsamer zu gehen, als die Zersetzung von $\dddot{\overline{Fe}}\,\dddot{S}^3$ in $\dddot{\overline{Fe}}$.

E i s e n s u b s u l p h u r e t e geben bei der Röstung nicht so unmittelbar Eisenoxyd, als Sulfurete und Sulfide, sondern nach Entfernung des Schwefels erfolgt ein Gemenge von Oxyd und Oxydul, welches letztere sich bei Luftzutritt schwierig in Oxyd umwandelt. Es muss wenigstens so viel Schwefel vorhanden sein, dass alles oxydirte Eisen an Schwefelsäure gebunden werden kann.

$\acute{\overline{Cu}}$ (H a l b s c h w e f e l k u p f e r, K u p f e r g l a n z) gibt anfangs schweflige Säure und Kupferoxydul, dann durch Contactwirkung auch schwefelsaures Kupferoxyd durch höhere Oxydation beider Bestandtheile. Die Oxydation des Kupferoxyduls kann durch den Sauerstoff der Luft oder durch gebildete Schwefelsäure erfolgen. So lange sich noch schweflige Säure entwickelt, kann nicht alles Kupferoxydul in Oxyd übergehen, weil letzteres von jener Säure zu Oxydul reducirt werden würde. Bei höherer Temperatur gibt das schwefelsaure Kupferoxyd seine Schwefelsäure ab, welche in Gemeinschaft mit dem Sauerstoff der Luft das noch vorhandene Oxydul in Oxyd umwandelt. Bei guter Röstung ist demnach das Product nur Kupferoxyd. Bei zu rasch steigender Rösttemperatur findet keine vollkommne Oxydation des Schwefelkupfers, sondern ein Schmelzen statt, wo dann durch die Einwirkung der oxydirten Bestandtheile auf die noch geschwefelten ein Gemenge von $\acute{\overline{Cu}}$, $\dot{Cu}\,\dddot{S}$, $\dot{\overline{Cu}}$ und Cu entsteht. Eine Beimengung von Schwefeleisen begünstigt die Röstung des Schwefelkupfers wegen der reichlichen Schwefelsäurebildung aus ersterem. Da $\dot{Cu}\,\dddot{S}$ erst bei einer höhern Temperatur in $\dot{Cu}$ zerlegt wird, als $\dddot{\overline{Fe}}\,\dddot{S}^3$, so lässt sich ein Gemenge von Schwefeleisen und Schwefelkupfer so rösten, dass Eisenoxyd gemengt mit Kupferoxyd und schwefelsaurem Kupferoxyd erfolgt.

$\dot{Pb}$ (**Schwefelblei, Bleiglanz**) in gepulvertem Zustande bis zum Dunkelrothglühen erhitzt, erglüht unter Entwicklung von schwefliger Säure und geht bei fortdauernder schwacher Rothglühhitze langsam in ein Gemenge von freiem und schwefelsaurem Bleioxyd über. Letzteres gibt auch in höherer Temperatur seine Schwefelsäure nicht ab, erweicht in der Hitze und verwandelt sich in starker Weissgluth in Email, schmilzt aber mit Bleioxyd leicht zusammen. Enthält der Bleiglanz noch andere Schwefelmetalle, wie Kupferkies, Zinkblende, Schwefelkies etc., so gibt deren Schwefelgehalt zu einer reichlicheren Bildung von schwefelsaurem Bleioxyd Veranlassung. Bei höherer Temperatur kann aber auch die Schwefelsäure des letzteren kräftig oxydirend auf andere Metalle und Schwefelungen einwirken.

$\dot{Zn}$ (**Schwefelzink, Zinkblende**) verwandelt sich beim Glühen in Zinkoxyd und schweflige Säure, welche letztere aber zum Theil durch Contact in Schwefelsäure übergeht und schwefelsaures Zinkoxyd bildet. Letzteres wird bei sehr hoher Temperatur (Weissglühhitze) in Oxyd und Säure zerlegt, welche auf das noch vorhandene Schwefelzink kräftig oxydirend wirkt.

$\dddot{Bi}$ (**Schwefelwismuth, Wismuthglanz**) hinterlässt nach dem Rösten, ähnlich wie Schwefelblei, ein Gemenge von Wismuthoxyd und schwefelsaurem Wismuthoxyd, auch wohl bei seiner Leichtschmelzbarkeit ein Oxysulphuret.

$\ddot{Mo}$ (**Schwefelmolybdän, Molybdänglanz**) gibt bis zur Rothglühhitze erhitzt, schweflige Säure und Molybdänsäure, welche dann schmilzt und sich als weisser Rauch mehr oder weniger verflüchtigt. In Berührung mit verbrennlichen Körpern gibt sie Sauerstoff ab und verwandelt sich in nicht flüchtiges, braunrothes Oxyd.

$\dot{Ag}$ (**Schwefelsilber, Glaserz**) verwandelt sich schon bei mässiger Rothglühhitze in schweflige Säure und metallisches Silber. Sind noch andere Metallschwefelungen vorhanden, so wird das Silber durch die aus letzteren entwickelte Schwefelsäure in schwefelsaures Silberoxyd übergeführt. Dieses

wird für sich erst bei höherer Temperatur zerlegt, leichter durch Einwirkung von Metalloxyden, welche sich höher oxydiren können (Kupferoxydul, Eisenoxyduloxyd), oder in Folge sehr feiner Vertheilung unter andere Metalloxyde oder erdige Beimengungen in erhöhter Temperatur. In letzterem Falle bleibt ein Theil des Silberoxydes mit den Metalloxyden oder erdigen Substanzen verbunden, ein anderer verflüchtigt sich und zerlegt sich bei niedrigerer Temperatur in metallisches Silber und Sauerstoff. Eine solche Verflüchtigung des bei höherer Temperatur beständigen Silberoxydes tritt besonders dann ein, wenn, wie oben, schwefelsaures Silberoxyd zersetzt oder wenn metallisches Silber durch dampfförmige Schwefelsäure oxydirt wird (vid. §. 27). Schwefelungen, welche sich rasch in Oxyde verwandeln (wie Schwefelkies), geben weniger Veranlassung zur Bildung von schwefelsaurem Silberoxyd, als solche, deren bei der Röstung gebildete schwefelsaure Salze erst bei höherer Temperatur ihre Schwefelsäure entlassen, wie basisch schwefelsaures Eisenoxyd, schwefelsaures Kupferoxyd etc. Das schwefelsaure Zinkoxyd und Manganoxydul zersetzen sich erst bei einer so hohen Temperatur, dass dabei leicht eine Reduction und Verflüchtigung des Silbers stattfinden kann. Ein aus Schwefeleisen, Schwefelkupfer und Schwefelsilber bestehendes Product lässt sich bei allmälig gesteigerter Hitze so rösten, dass die Schwefelmetalle von Eisen und Kupfer in freie Oxyde und alle Schwefelsilbertheile in schwefelsaures Silberoxyd umgewandelt sind (ZIERVOGEL's Prozess.)

$\overset{'}{Hg}$ (Schwefelquecksilber, Zinnober) zerlegt sich bei vorsichtiger Röstung in schweflige Säure und dampfförmig entweichendes Quecksilber.

$\overset{'}{Au}$ (Schwefelgold) und $\overset{'}{Pt}$ (Schwefelplatin) geben unter Entwicklung von schwefliger Säure Metalle.

$\overset{'}{Mn}$ und $\overset{''}{Mn}$ (Schwefelmangan) verwandeln sich bei mässigem Rothglühen grösstentheils in schwefelsaures Manganoxydul und etwas Manganoxyduloxyd, bei heftigem Glühen geht ersteres unter Entwicklung von schwefliger Säure, Sauerstoff und wasserfreier Schwefelsäure in Oxyduloxyd über.

$\dot{Ni}$ (Schwefelnickel) gibt nach STAPFF (c. l.) bei vorsichtiger Röstung sehr viel $\dot{Ni}\,\ddot{S}$, dessen Zerlegung erst bei viel höherer Temperatur vor sich geht, als die des $\dot{Cu}\,\ddot{S}$ und $\bar{Fe}\,\ddot{S}^3$. Während Gemenge von Schwefelnickel und Schwefeleisen sich so abrösten lassen, dass das Röstgut an Sulphaten nur schwefelsaures Nickeloxyd enthält, so gibt ein Gemenge von Schwefelnickel und Schwefelkupfer beim Rösten schwefelsaure Salze von beiden Metallen. Fehlt es an Schwefel, so wird immer nur ein unbedeutender Theil des Nickels und Kupfers an Schwefelsäure gebunden, während ein grosser Theil des Eisens sich nur in Oxydul verwandelt und ein Theil Schwefelnickel unzersetzt bleibt. Man muss in solchem Falle zur Bildung von Vitriolen Schwefelsäure vor oder während der Röstung zusetzen.

$\dot{Co}$ (Schwefelkobalt) verhält sich ähnlich, wie $\dot{Ni}$; es erfolgt die Zersetzung des schwefelsauren Kobaltoxydes noch schwieriger, als die des schwefelsauren Nickeloxydes.

$\bar{Sb}$ (Schwefelantimon, Grauspiessglanzerz) geht bei seiner Leichtschmelzigkeit nur schwierig in ein Gemenge von Antimonoxyd und Antimonsäure über, welches sich bei sehr hoher Temperatur verflüchtigt und in der Regel Schwefelantimon eingemengt enthält. Auch können Oxysulphurete entstehen.

$\dot{As}$ und $\ddot{As}$ (Schwefelarsen) bilden flüchtige schweflige und arsenige Säure.

Röstverha zusamm gesetzt Schwefe metalle

Zusammengesetzte Schwefelungen (Schwefelsalze), wie sie in manchen Erzen vorkommen, zeigen nachstehendes Verhalten:

Kupferkies $\dot{Cu}$, $\bar{Fe}$, verwandelt sich unter Entwicklung von schwefliger Säure bei ganz dunkler Rothglühhitze und öfterem Umrühren in ein unter der Abkühlung dunkelrothes lockeres Pulver, welches aus Eisenoxyd, schwefelsaurem Eisenoxyd und einer merklichen Menge von schwefelsaurem Kupferoxyd besteht. In mässiger Rothgluth verwandelt sich das schwefelsaure Eisenoxydul in schwefelsaures Eisenoxyd, letzteres gibt seine Schwefelsäure zum grössten Theil ab

und es entsteht ein Gemenge von freiem Eisen- und Kupferoxyd, viel schwefelsaurem Kupferoxyd und wenig schwefelsaurem Eisenoxyd. Bei noch stärkerer Hitze bleiben nur Eisen- und Kupferoxyd zurück.

Eisenhaltige Zinkblende $\dot{F}e, \dot{Z}n^3$, lässt sich sehr schwierig abrösten und bedarf dabei im feingepulverten Zustande einer steten mässigen Rothglühhitze bei starkem Luftzutritt. Sie gibt Eisenoxyd, Zinkoxyd und je nach der Temperatur mehr oder weniger basisch schwefelsaures Zinkoxyd, welches sich erst in der Weissglühhitze zersetzt.

Mengt man beim Rösten von Schwefelungen Kohlenpulver zwischen dieselben oder lässt reducirende Gase (Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas) auf das schwach glühende Röstgut bei Luftabschluss einwirken, so findet eine Zerlegung der gebildeten schwefelsauren Salze statt. Entweder bilden sich schweflige Säure und freie Oxyde, wenn dieselben schwer reducirbar sind, oder im entgegengesetzten Fall Metall und Schwefel. Letzterer entweicht entweder dampfförmig, wenn die Metalloxyde nicht durch denselben reducirt werden, oder er bildet wieder Schwefelmetalle. Bei Luftzutritt wird der Schwefeldampf als schweflige Säure entfernt und es bleiben nur Metalloxyde zurück, wenn man für eine vollständige Verbrennung der eingemengten Kohle Sorge trägt. Schweflige Säure und Kohle oder Kohlenoxydgas im richtigen Verhältniss bilden Schwefeldampf und Kohlensäure; mit Kohlenwasserstoff bildet die schweflige Säure Schwefeldampf, Wasserdampf und Kohlenoxydgas. Schweflige Säure und Kohlensäure wirken nicht auf einander. — Schwefelsäure und Kohle oder Kohlenoxydgas geben schweflige Säure und Kohlensäure; Schwefelsäure und Kohlenwasserstoffgas bilden Schwefeldampf, Wasserdampf und Kohlensäure.

3) durch Erhitzen mit Wasserdämpfen. Versuche von Regnault [1]) und Plattner [2]) haben ergeben, dass Schwefelmetalle und Schwefelarsenmetalle bei gänzlichem Abschluss der Luft in glühendem Zustande durch Wasserdämpfe nur

1) Erdmann's Journ. für pract. Chem. X, 129; Bgwfd. VII, 109.
2) Plattner's Röstprozesse p. 243.

sehr langsam und bei Zutritt von Luft zwar schneller, aber doch nicht vollkommener entschwefelt werden, als durch Luft allein. Bei Abschluss der atmosphärischen Luft findet diese Zerlegung nur bei höherer, als der zum gewöhnlichen Rösten hinreichenden Temperatur statt, wodurch, sowie durch die längere Dauer der Röstung, Brennmaterialverbrauch und Arbeitslöhne steigen.

Die chemischen Vorgänge dieser Zerlegung beim Abschluss von atmosphärischer Luft und den gasförmigen Verbrennungsproducten bestehen darin, dass Schwefelmetall und Wasser sich zu flüchtigem Schwefelwasserstoffgas, Metalloxyd oder Metall (Silber) umsetzen, je nachdem das Metall in der Glühhitze Sauerstoff aufnehmen kann oder nicht. Im ersteren Falle gibt das Metalloxyd Sauerstoff an einen Theil des noch unzersetzten Schwefelmetalles ab und es entsteht schweflige Säure, welche beim Zusammentreffen mit dem Schwefelwasserstoffgas eine Wasserbildung und Ausscheidung von Schwefel veranlasst. Neben Schwefelwasserstoff kann auch, je nachdem die Metalle mehr oder weniger geschwefelt und mehr oder weniger geneigt sind, sich bei höherer Temperatur leicht zu oxydiren, Wasserstoffgas und schweflige Säure gebildet werden. Höhere Schwefelungsstufen entlassen ohne Weiteres einen Theil Schwefel dampfförmig. Vermag das mit Schwefel verbundene Metall Wasser zu zersetzen oder gibt sein Oxyd (Eisenoxyd, Kupferoxyd) leicht Sauerstoff an den Schwefel ab, so entstehen niedrigere Oxydationsstufen (Eisenoxyduloxyd, Kupferoxydul). Schwefelantimon und Schwefelarsen geben flüchtige Oxysulphurete.

Bei Zutritt der atmosphärischen Luft findet die Röstung unvollständiger statt, indem der Sauerstoff derselben die schweflige Säure, theilweise von verbrennendem Schwefelwasserstoffgas herrührend, durch Contact in Schwefelsäure verwandelt und dadurch die Bildung schwefelsaurer Salze veranlasst wird. Diese sind zum Theil nur in hohen Temperaturen zerlegbar.

Mengt man das Schwefelmetall noch mit Kohle, so wird dadurch nach Regnault und Jordan [1]) die Entschwefelung

1) Erdm. J. f. ök. u. techn. Ch. XI, 348.

noch verzögert, indem das durch Umsetzung des Schwefelmetalles mit Wasser erzeugte Oxyd seinen Sauerstoff an den Kohlenstoff und nicht an einen Theil Schwefel abgibt.

erhalten Schwefe- ngen zu sserdampf.

Nach REGNAULT verhalten sich die hüttenmännisch wichtigen Schwefelungen zu Wasserdampf wie folgt:

$\overset{,}{\mathrm{Pb}}$ wird unter Bildung von etwas Schwefelwasserstoffgas und einer Bleihaut nur wenig zersetzt. (PATTINSON [1]) und JORDAN (c. l.) fanden dasselbe). — $\overset{,}{\mathrm{Cu}}$ gibt bei Rothglühhitze wenig, beim Weissglühen viel Wasserstoff und Schwefelwasserstoff nebst sublimirtem Schwefel unter Bildung von metallischem Kupfer. — $\overset{,}{\mathrm{Fe}}$ zerlegt sich unter Entweichen von viel Wasserstoff und Schwefelwasserstoff in eine schwarze magnetische Masse. — $\overset{,}{\mathrm{Zn}}$ verwandelt sich nur bei sehr hoher Temperatur in Zinkoxyd. — $\overset{,}{\mathrm{Hg}}$ verflüchtigt sich zum Theil unzersetzt, zum Theil wird es in Metall verwandelt. — $\overset{,}{\mathrm{Ag}}$ gibt metallisches Silber, welches sich nach BISCHOFF [2]) in denselben baum- und moosförmigen Gestalten abscheidet, wie sie in der Natur vorkommen. — $\overset{,,,}{\mathrm{Sb}}$ zerlegt sich unter Bildung von viel Schwefelwasserstoff in Antimonoxyd, welches mit unzersetztem Schwefelantimon sich als pomeranzgelber Körper verflüchtigt. — $\overset{,,,}{\mathrm{As}}$ gibt unter Entwicklung von viel Schwefelwasserstoffgas ein Sublimat von Schwefeleisen und arseniger Säure.

Abweichend von den Resultaten der REGNAULT'schen und PLATTNER'schen Versuche erhielten CUMENGE [3]), PATERA [4]) und MARKUS [5]) unter gewissen Umständen günstige Resultate beim Rösten mit Wasserdampf.

CUMENGE hat Wasserdampf mit dem besten Erfolge zur

1) ERDM., J. f. ök. u. techn. Ch. V, 216.
2) POGG. Ann. LX, 289.
3) Ann. d. min. 5 sér. I. 425. B. u. h. Ztg. 1853, p. 561, 580 etc.
4) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 5. Jahrg. No. 3. p. 611. — B. u. h. Ztg. 1855. p. 131.
5) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1854. No. 2. p. 406. - B. u. h. Ztg. 1855. p. 82.

Zerlegung von Schwefel-, Antimon- und Arsenmetallen benutzt, indem derselbe die gleichzeitige Einwirkung der atmosphärischen Luft ganz ausschloss und dabei eine bestimmte, nicht zu hohe Temperatur anwandte. Das Silber soll sich in den Producten der Röstung nur im metallischen Zustande befinden und durchaus kein Silberverlust eintreten.

PATERA röstete Joachimsthaler reiche Silbererze mit Wasserdampf, wobei reines Rothgiltigerz bald in metallisches Silber verwandelt und der Silberverlust gering war.

MARKUS röstete zu Tajowa Speise mit Wasserdampf behuf demnächstiger Silberextraction nach AUGUSTIN's Verfahren. Die Entsilberung gelang zwar nur unbedeutend besser, als bei dem gewöhnlichen Röstverfahren, aber ausser einer reineren Auslaugung war der Silberverlust geringer. Dies hat seinen Grund in der bei der Röstung genügenden sehr niedrigen Temperatur, in der leichten Condensirbarkeit des Wasserdampfes und in der Beseitigung der Bildung von arseniger und antimoniger Säure, welche ein Mitreissen von Silber verursacht. Auch gelingt die Chlorirung des feinzertheilten metallischen Silbers sehr leicht und es bilden sich wenig andere Chlormetalle.

Trotz dieser im Kleinen erhaltenen günstigen Resultate hat sich das Rösten mit Wasserdampf im Grossen meist nur bei der Röstung Schwefel- oder Arsenverbindungen enthaltender Eisensteine (Finnland, Schweden) und schwefelhaltiger Kupfererze und Kupfersteine in Röstschachtöfen (Altai) Eingang verschafft. Der Grund davon möchte, wie bereits angegeben, in der langsamen, viel Brennmaterial erfordernden Röstung liegen. Die vollständige Abscheidung von Arsen und Antimon, sowie der geringere Silberverlust durch Verflüchtigung beim Rösten silberreicher Erze mit Wasserdampf kann obige Nachtheile aufheben.

4) d u r c h E r h i t z e n m i t K o h l e. $\overset{\prime}{\text{Pb}}$ lässt beim Weissglühen im Kohlentiegel unter Verflüchtigung von $\ddot{\text{C}}$ zuerst $\dot{\text{Pb}}$, dann Pb^4S zurück. — $\overset{\prime}{\text{Fe}}$ verliert nur wenig Schwefel. — $\overset{\prime}{\text{Zn}}$ wird in der Weissglühhitze unter Bildung von metallischem Zink zerlegt.

Da nur wenige Schwefelungen, und diese meist auch nur zum Theil, von Kohle unter Bildung von C̈ zersetzt werden, so findet die Kohle zu diesem Zwecke keine metallurgische Anwendung, wohl aber spielt der Schwefelkohlenstoff bei manchen metallurgisch-chemischen Vorgängen, z. B. bei der Bildung von Ofenbrüchen, eine nicht unwichtige Rolle. Indirect befördert ein Kohlenstoffgehalt die Entschwefelung durch Alkalien, indem er das Alkali reducirt und dessen Radikal sich dann mit dem Schwefel verbindet. (Zerlegung von Bleiglanz durch schwarzen Fluss.)

Fournet'sches Gesetz.

5) durch ein anderes zum Schwefel verwandteres Metall. FOURNET[1]) hat als Hauptresultat seiner Untersuchungen über die gegenseitige Einwirkung von Metallen und Schwefelmetallen folgendes für die Metallurgie sehr wichtige Gesetz aufgestellt: von den Metallen Cu, Fe, Sn, Zn, Pb, Ag, Sb und As hat Cu die stärkste und As die schwächste Verwandtschaft zum Schwefel; bei den übrigen Metallen dieser Reihe ist die Verwandtschaft zum Schwefel desto stärker, je näher sie dem Kupfer stehen. Zwei in dieser Reihe benachbarte Metalle, von denen das eine oder andere mit Schwefel verbunden ist, entschwefeln sich gegenseitig nur schwierig, während dies desto leichter geschieht, je weiter sie von einander entfernt sind (Zerlegung des geschwefelten Bleies[2]), Antimons und Quecksilbers durch Eisen).

Ausser dem FOURNET'schen Gesetze gibt es wenig Anhalten, um die electrochemische Wechselwirkung der Schwefel- und Arsenmetalle unter sich und deren Verhalten zu Eisen und Blei, welche als hauptsächlichste Präcipitationsmittel angewandt werden, sicher begründen zu können. Von grossem Interesse wäre die Bestimmung der electrochemischen Reihe der Schwefel- und Arsenmetalle, sowie der Metalloxyde für sich und untereinander, da sich nur hieraus verschiedene Erscheinungen, wie z. B. die Schwierigkeit der Trennung des Schwefelsilbers und Schwefelbleies von dem

1) ERDM., J. f. pr. Ch. II, 120.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 165.

Schwefeleisen, die Verminderung der Fällungskraft des Eisens auf das Schwefelblei bei Gegenwart von Schwefeleisen etc. theilweise erklären lassen dürfte. Schwieriger wird die Ermittlung der Menge des Zuschlageisens, wenn Schwefel- und Arsenmetalle im gerösteten Zustande damit verschmolzen werden. Durch Röstung gehen diese Verbindungen theilweise in Oxyde und schwefel- und arsensaure Salze, gemengt mit unzersetzten Schwefel- und Arsenmetallen, über. Das gebildete Eisenoxydul verbindet sich theilweise mit Kieselsäure, theils wird dasselbe reducirt und unterstützt im metallischen Zustande die Fällung der Schwefelmetalle (Schwefelblei, Schwefelsilber).

Aehnlich wie das Eisen wirkt auch das **Blei** als electropositives Metall zersetzend auf die Schwefelverbindung des Silbers und nimmt dann das metallische Silber im geschmolzenen Zustande auf, wobei nach MARKUS [1]) interessante, durch die Temperatur bedingte Umstände eintreten. Nach demselben [2]) gibt es über die **Aufnahmsfähigkeit des Silbers** kein bestimmtes allgemeines Gesetz. Es können unter Umständen auf 1 Loth Silber 25 Pfd. Blei, dann wieder auf die Mark 10 Pfd. Blei zur Entsilberung genügen, was sich ohne Zweifel auf die Verschiedenheit der Verwandtschaft der Verbindungen des Silbers zu den Schwefel- oder Arsenverbindungen oder Metallen, in welchen es enthalten ist, und auf die Menge des zu dessen Fällung vorhandenen electropositiven Metalles gründet. Kommt $\dot{A}g$ mit vorwaltendem $\dot{C}u$ und $\dot{F}e$ vor, so wird, da Cu und Fe electropositiver als Blei sind, zur Trennung des Silbers mehr Blei erfordert, als wenn das Silber als Metall, Schwefel- und Arsenverbindung vorkommt und ausserdem die positiven Metalle Kobalt und Nickel an Arsen gebunden sind, zu dem das Silber viel weniger verwandt ist. Sind ferner bedeutende Mengen Eisen zur Ausscheidung des Silbers vorhanden, dann genügt oft nur eine geringe Menge Blei zur Lösung und Deckung des Silbers. Es hat für metallurgische Prozesse das obige eigen-

---

1) Oester. Zeitschr. 1855. Nr. 5 u. 24; 1856. No. 13.
2) Oester. Zeitschr. 1857. Nr. 1. — B. u. h. Ztg. 1857. Nr. 8.

thümliche Verhalten dieser doppelt polarentgegengesetzten Metallreihe Wichtigkeit, nämlich des + Pb, Bi, Ag mit — S und des + Ni, Co mit — As, dem als Lösungsmittel die Verbindung des + Fe mit — S oder — As dient.

6) durch Erhitzen mit Metalloxyden, wobei je nach dem Verhältnisse beider entweder ein reguliniscbes Metall (Kärnthner Bleiflammofenprozess, Schwarzkupferdarstellung im Flammofen) oder eine niedrigere Schwefelungsstufe (englischer Bleiflammofenprozess, Concentration der Kupfersteine in Flammofen) oder ein Gemenge von Oxyd und schwefelsaurem Salze (französischer Bleiflammofenprozess) entsteht.

Berthier [1]) hat das Verhalten verschiedener Schwefelmetalle zum Bleioxyd untersucht und gefunden, dass zur Zerlegung von 1 Gewichtstheil

$\dot{Pb}$	$\ddot{As}$	$\dot{Fe}$	$\ddot{Fe}$	$\dddot{Sb}$	$\ddot{Sn}$	$\dot{Zn}$
1,87	50—60	30	50	25	30	25

Theile Bleioxyd erforderlich sind.

7) durch Erhitzen mit Metallsalzen, wobei ähnliche, aber meist kräftigere Reactionen wie im vorigen Falle hervorgerufen werden. So wirken die schwefelsauren Salze des Eisens, Kupfers und Bleies, namentlich der Sauerstoff ihrer Schwefelsäure, kräftig oxydirend auf die Schwefelmetalle ein und sie verwandeln selbst das Schwefelsilber und das metallische Silber in Silbervitriol (Bleiflammofenprozess, Ziervogel's Silberextraction).

8) durch Erhitzen mit Alkalien, alkalischen Erden und ihren Verbindungen, wobei unter Abscheidung eines mehr oder weniger grösseren Theils des Metalles aus der Schwefelung ein schwefelsaures Alkali oder Erdsalz neben einem alkalischen oder erdigen Schwefelmetall erzeugt wird (Anwendung von Aetzkali, Aetznatron, Potasche und Soda beim Probiren der Bleierze, Kupfererze etc., Zerlegung des Zinnobers durch Kalk). Die Zersetzung wird

1) Karst, Arch. XIX, 254. (1829.)

wohl durch Zuschlag von kräftigen Oxydationsmitteln (Salpeter) oder sonstigen Entschwefelungsmitteln (Eisen, Eisenhammerschlag) befördert.

9) durch Behandlung mit Säuren, z. B. Salzsäure, Salpetersäure. Manche Schwefelungen, welche von Salzsäure allein nicht angegriffen werden, zersetzen sich beim Hinzufügen eines wasserzerlegenden Metalles, z. B. von Eisen.[1])

Speisebildung

§. 11. Arsen- und Antimonmetalle erzeugen sich beim Verschmelzen arsen- und antimonhaltiger Nickel-, Kobalt-, Silber-, Kupfer- und Bleierze und werden Speisen genannt. Nickel, Kobalt und Eisen begünstigen ihre Entstehung, jedoch sind die näheren Umstände nicht immer zu erforschen, unter denen sie sich bilden. Absichtlich stellt man Arsenmetalle durch Zusammenschmelzen nickel- und kobalthaltiger Substanzen (z. B. Schlacken) mit metallischem Arsen oder arsenhaltigen Substanzen (Arsenkies, arsenige Säure) dar, um den Nickel- und Kobaltgehalt zu concentriren oder Erze auf Nickel und Kobalt zu probiren. Seltner erzeugt man absichtlich Antimonverbindungen, wie bei der früheren Goldscheidung mittelst Grauspiessglanz.

Die Speisen haben ein grösseres specifisches Gewicht als die Leche, sind spröde, oft krystallinisch und leicht schmelzbar, stark glänzend und häufig von constanter Zusammensetzung, auch wohl mit Metallschwefelungen gemengt, nach PLATTNER in den meisten Fällen $(Fe, Ni, Co)^4 As$, seltner $(Fe, Ni, Co)^3 As$ in sehr veränderlichen Verhältnissen der basischen Metalle, gemengt mit $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$, $\dot{\mathrm{Zn}}$, $\dot{\mathrm{Ag}}$, $\dddot{\mathrm{Sb}}$, Bi.

Von weniger Bedeutung, als die Arsenmetalle, sind die Antimonmetalle.

Zerlegung Arsenmet[alle]

Die Zerlegung der Arsenmetalle kann geschehen:

1) Durch Erhitzen bei Luftabschluss. Metallisches Arsen verflüchtigt sich, ohne vorher zu schmelzen, und hinterlässt bisweilen eine nicht flüchtige Metallmasse, wenn es nicht ganz rein war. — Arseneisen gibt Arsen ab, ohne eine Verbindung von bestimmter Zusammensetzung zu hinterlasen. — Arsennickel von der Zusammensetzung

1) v. KOBELL in ERDM. J. f. pr. Chem. LXXI. 146. ULRICH in B. u. h. Ztg. 1860. S. 13.

des Kupfernickels, $Ni^2 As$ verändert sich nicht, gibt aber von der Zusammensetzung des Arsennickels, $Ni As$, Arsen ab. — Arsenkobalt entlässt als Speiskobalt Arsen, $Co As$, mehr noch aus Tesseralkies, $Co^2 As^3$. — Arsenkupfer als Condurrit, $Cu^6 As$, verändert sich nicht. — Arsenkies $Fe S^2 + Fe As$ entlässt anfangs Schwefelarsen, dann Arsen und es bleibt Einfachschwefeleisen zurück.

2) Durch Erhitzen bei Luftzutritt (Rösten) mit und ohne Anwendung kohlenstoffreicher Substanzen. Nach PLATTNER[1]) verwandelt sich metallisches Arsen bei lebhaftem Luftzutritt in erhöhter Temperatur in arsenige Säure und bei beschränktem Luftzutritt und niedriger Temperatur in arsenige Säure und Arsensuboxyd, welches letztere beim Entweichen den characteristischen Knoblauchgeruch hervorbringt.

Arsenmetalle geben beim Rösten neben Metalloxyden auch arsensaure Metalloxyde, indem dabei die entwickelte arsenige Säure in ähnlicher Weise in Arsensäure übergehen kann, wie die schweflige Säure in Schwefelsäure beim Rösten von Schwefelmetallen (S. 20).

Die arsenige Säure hat die Eigenschaft,

a) bei erhöhter Temperatur und Luftabschluss leicht reducirbaren Metalloxyden (Bleioxyd, Eisenoxyd, Kupferoxyd, Kobaltoxyd, Silberoxyd) Sauerstoff zu entziehen und sich in Arsensäure umzuwandeln, welche dann arsensaure Metalloxyde bildet.

b) bei Abschluss der Luft in Berührung mit Metalloxyden, welche keinen Sauerstoff abgeben (Nickeloxydul), sich in erhöhter Temperatur in sublimirendes Arsensuboxyd und in Arsensäure zu zersetzen, welche sich mit dem betreffenden Oxyde verbindet.

c) bei Luftabschluss in Berührung mit starren Körpern (Kieselsäure), welche weder Sauerstoff abgeben, noch sich mit Arsensäure verbinden, bei erhöhter Temperatur in Arsensuboxyd und Arsensäure sich umzuwandeln.

d) bei Luftabschluss in erhöhter Temperatur der an Metalloxyde gebundenen Schwefelsäure (den schwefelsauren

1) PLATTNER, Röstprozesse p. 149.

Salzen des Bleies, Silbers, Kupfers, Nickels und Kobalts) Sauerstoff zu entziehen und Arsensäure zu bilden, welche die schwefelsauren Metalloxyde in arsensaure umwandelt.

Manche arsensaure Salze, z. B. arsensaures Silberoxyd, werden durch überschüssige dampfförmige Schwefelsäure in schwefelsaure Salze zerlegt, wobei die ausgeschiedene Arsensäure in arsenige Säure und Sauerstoff zerfällt.

e) in Berührung mit glühenden Metalloxyden (Eisenoxyd, Bleioxyd, Kupferoxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxydul) auf Kosten der zuströmenden atmosphärischen Luft sich in Arsensäure umzuwandeln und arsensaure Metalloxyde zu bilden.

f) mit Nickel- und Kobaltoxydul beständige arsensaure Salze zu erzeugen.

Die chemischen Vorgänge beim Rösten von Arsenmetallen sind dem entsprechend nachstehende:

a) Arsenreiche Verbindungen, — welche mehr Arsen enthalten, als zur Bildung von soviel Arsensäure erforderlich ist, um mit den bei der Oxydation frei werdenden Metalloxyden zuerst zu einem arsenigsauren und dann zu einem arsensauren Salze sich vereinigen zu können — entlassen eine grosse Menge arseniger Säure. Ein Theil davon verwandelt sich entweder schon in Verbindung oder noch im Contact mit dem gleichzeitig gebildeten Metalloxyde auf Kosten eines andern Theils, unter Entstehung von dampfförmigem Suboxyd, in Arsensäure, die dann ein basisches Metalloxyd erzeugt, während sich das Suboxyd bei Luftzutritt in arsenige Säure umwandelt und als solche mit der überschüssigen arsenigen Säure entweicht.

b) Enthält ein Arsenmetall gerade diejenige Menge oder weniger Arsen, welche zur Bildung von basisch arsenigsaurem oder arsensaurem Metalloxyd erforderlich ist, so verwandelt sich die gebildete arsenige Säure bei Luftzutritt und in Contact mit bereits vorhandenem Metalloxyd mehr oder weniger vollständig in Arsensäure, und es entsteht ein basisch arsensaures Metalloxyd (Viertel-Arsennickel und Viertel-Arsenkobalt).

c) Sind die beim Rösten von Arsenmetallen (z. B. Arseneisen) gebildeten Oxyde nicht oder wenig geneigt, sich in

höherer Temperatur mit arseniger Säure oder Arsensäure zu verbinden, so wird zwar letztere gebildet, aber durch die noch vorhandenen Arsenmetalle oder anwesenden Oxyde, welche auf einer niedrigeren Oxydationsstufe stehen (Eisenoxydul), grösstentheils in flüchtige arsenige Säure verwandelt. Es bleiben dann nach beendigter Röstung freie Oxyde zurück, die aber mehr oder weniger mit arsensaurem Metalloxyd gemengt sind.

Röstverhalten der Arsenmetalle.

Die den Hüttenmann besonders interessirenden Arsenmetalle zeigen folgendes Röstverhalten:

Arsennickel (Kupfernickel $Ni^2 As$) und Arsenkobalt, (Speiskobalt [Co,Ni,] As), wie sie in der Natur vorkommen, enthalten stets überschüssiges Arsen, welches sie beim Rösten als dampfförmige arsenige Säure so lange abgeben, bis sich Viertel-Arsennickel $Ni^4 As$ und Viertel-Arsenkobalt $Co^4 As$ erzeugt haben. Bei fortgesetzter Röstung bildet sich arsenigsaures Nickel- oder Kobaltoxydul und dann, indem sich die arsenige Säure auf Kosten des Sauerstoffs der Luft oxydirt oder in Arsensäure und Arsensuboxyd zerlegt, basisch arsensaure Metalloxyde. Uebersteigt der Gehalt an Nickel den des Kobaltes, so entstehen stets neuntelarsensaure Metalloxyde $(Ni, Co)^9 \ddot{\ddot{A}}s$ mit nahe 75% Metalloxyd und 25% Arsensäure. $Ni^4 As$, für sich geröstet, gibt ein voluminöses, gelblich-grünes Pulver; $Co^4 As$ ändert sich ohne Nickel schwer in das neuntelarsensaure Salz um und bildet gewöhnlich ein an Arsensäure reicheres Salz von unbestimmter Zusammensetzung in Gestalt eines dunkelvioletten Pulvers ohne vergrössertes Volum.

Noch unvollständiger findet die Röstung von Arsennickel und Arsenkobalt statt, wenn sich das Röstgut in Stücken befindet. Die beiden Arsenverbindungen verwandeln sich auf der Oberfläche der Stücke unter Aufblähen in basisch arsensaure Salze und zerfallen dabei in Pulver, wodurch der Zutritt der Luft in die Zwischenräume der einzelnen Stücke beschränkt wird. Dieser Uebelstand tritt weniger ein, wenn die genannten Arsenmetalle mit Schwefelmetallen vorkommen, wie in manchen Speisen. Die Bildung von arsensauren Salzen wird zwar durch die Oxydation des Arsens

durch die beim Rösten gebildete Schwefelsäure befördert, allein das arsensaure Nickel- und Kobaltoxydul bilden sich in zu geringer Menge, um in obiger Weise von störendem Einfluss auf die Röstung zu sein.

Arseneisen ($Fe^4 As^3$ und $Fe As$) gibt zuerst arsensaures Eisenoxydul, dann unter Entwicklung von arseniger Säure Eisenoxyd, indem das Oxydul die Arsensäure reducirt. Wird letztere hierbei nicht vollständig zersetzt, so bleibt beim Eisenoxyd auch basisch arsensaures Eisenoxyd, welches sich in der Glühhitze nicht zerlegt.

Arsensilber, in manchen Erzen oder Hüttenproducten meist neben den Arsenverbindungen des Nickels, Kobalts, Eisens etc. vorhanden, geht in arsensaures Silberoxyd über, welches sich neben $(\dot{Co}, \dot{Ni})^9 \ddot{\ddot{As}}$, Eisenoxyd, basisch arsensaurem Eisenoxyd und den Oxyden und schwefelsauren Salzen des Kupfers, Bleies, Zinkes etc. (aus Schwefelungen entstanden) im Röstgute findet.

Eine derartige Bildung von in Wasser unlöslichem arsensauren Silberoxyd ist beim ZIERVOGEL'schen Silberextractionsprozess sehr unerwünscht, wenn man nicht das arsensaure Silberoxyd durch dampfförmige Schwefelsäure vollständig in schwefelsaures Silberoxyd verwandelt. Dies geschieht nach MARIAN und PATERA [1]) am besten durch Zuschlag von Eisenvitriol zum Röstgute, dessen Schwefelsäure sich mit dem Silberoxyd und das Eisenoxydul als Oxyd mit der Arsensäure verbindet.

Die am häufigsten vorkommenden **Schwefelarsenmetalle** zeigen nachstehendes Röstverhalten:

Arsenkies, $Fe S^2 + Fe As$, entwickelt schon vor dem Glühen Dämpfe von Schwefelarsen, dann bei eintretendem Glühen arsenige und schweflige Säure, geräth beim Umrühren in lebhaftes Aufglühen, schwillt auf und verwandelt sich nach und nach in freies Eisenoxyd, gemengt mit geringen Mengen von arsensaurem, auch wohl schwefelsaurem Eisenoxyd.

---

1) Oester. Zeitschr. 1857. No. 15 u. 16. (p. 126.)

Lichtes Rothgiltigerz, $\dot{Ag}^{3}\,\dddot{As}$, geht bei schwacher Rothglühhitze unter Entwicklung von schwefliger und arseniger Säure und Arsensuboxyd in arsensaures Silberoxyd über, welches, wenn man das Röstgut nicht öfters aufreibt, metallisches Silber in haarförmigen Theilen beigemengt enthält.

Das arsensaure Silberoxyd scheint sich auch bei etwas höherer Temperatur nicht zu verändern.

Arsenhaltiger Bleiglanz entwickelt bei angehender Dunkelrothglühhitze schweflige und arsenige Säure nebst wenig Arsensuboxyd, und es bleibt ein dunkelgelblichgraues Gemenge von arsensaurem und schwefelsaurem Bleioxyd zurück.

Nach Vorstehendem ist es meist nicht möglich, durch blosses Glühen bei Luftzutritt Arsen aus Arsenmetallen zu entfernen, wenn nicht gleichzeitig *kohlenstoffreiche feste Substanzen* (Holzkohlenlösche, trockne Sägespähne, Fichtennadeln, Braunkohlenpulver etc.) oder *reducirende Gase* einwirken. Aber auch dabei geben die verschiedenen arsensauren Salze das Arsen mehr oder weniger vollständig ab, je nachdem die Oxyde sich als starke oder schwache Basen zur Arsensäure verhalten.

Durch Einwirkung der Kohle etc. entstehen entweder freie Oxyde, wenn dieselben die zu arseniger Säure oder Arsensuboxyd reducirte Arsensäure bei erhöhter Temperatur leicht abgeben oder im andern Fall gehen die Metalloxyde in Metalle und die Arsensäure in Arsen über. Letzteres entweicht entweder, sobald die Metalloxyde nicht durch dasselbe reducirt werden, oder verbindet sich mit den reducirten Metallen wieder zu Arsenmetallen, wenn der Luftzutritt ausgeschlossen ist. Bei ungehindertem Luftzutritt und nachdem die Kohlentheile verbrannt sind, bilden sich wieder unter Entweichen von arseniger Säure arsensaure Metalloxyde.

Arsensaures Eisenoxyd zerlegt sich mit Kohle ziemlich leicht, *arsensaures Kupferoxyd* aber, gewöhnlich unter Bildung von etwas Arsenkupfer, schwieriger.

Neuntel arsensaures Nickel- und Kobaltoxydul

$(\dot{Ni}, \dot{Co})^9 \overset{.....}{As}$, bei vermindertem Luftzutritt mit kohligen Substanzen erhitzt (reducirendes Rösten), geben etwas Arsensuboxyd dampfförmig ab, indem sie sich nur zu neuntel arsenigsauren Metalloxyden $(\dot{Ni}, \dot{Co})^9 \overset{...}{As}$, welche in der Hitze feuerbeständig sind, reduciren. Lässt man behuf vollständiger Verbrennung der kohligen Substanz mehr Luft zutreten, so gehen die arsenigsauren Metalloxyde wieder in arsensaure über.

Durch wiederholtes oxydirendes und reducirendes Rösten lässt sich aus diesen Verbindungen zwar ein Theil Arsen entfernen, aber nicht alles, so dass dadurch keine freien Oxyde zu erhalten sind.

Gerösteter Arsenkies, welcher neben freiem Eisenoxyd basisch schwefelsaures und arsensaures Eisenoxyd enthält, geht beim reducirenden Rösten mit Holzkohlenpulver, also bei beschränktem Luftzutritt, unter Entweichen von schwefliger und arseniger Säure und Arsensuboxyd in Eisenoxyd und Eisenoxyduloxyd über. Wendet man als Reductionsmittel rohe Brennmaterialien (Sägespähne, Tannennadeln, Braunkohlenpulver etc.) an, welche beim Erhitzen kohlenwasserstoffhaltige brennbare Gase entwickeln, so entstehen dieselben Producte, aber es entweicht auch ein Theil metallisches Arsen dampfförmig. Schliesst man den Luftzutritt ganz ab, so kann in Folge der Entwicklung von Schwefel- und Arsendampf wieder etwas Schwefel- und Arsenmetall gebildet werden, welches aber bei wiederholtem oxydirenden und reducirenden Rösten fast vollständig in Oxyd zerlegt werden kann.

3) Durch Erhitzen mit Wasserdämpfen. Nach den Versuchen von CUMENGE, PATERA und MARKUS (pag. 28) lassen sich die Arsenmetalle durch Wasserdämpfe vollständig zersetzen und bei einem Silbergehalt derselben entsteht ein geringerer Silberverlust, als beim gewöhnlichen Röstverfahren.

4) Durch Erhitzen mit Kohle. Glüht man Arsenmetalle mit einem grösseren Arsengehalt unter Kohlenpulver, so verflüchtigt sich ein Theil des Arsens und es bleibt entweder ein Arsenmetall von constanter Zusammensetzung zurück (Nickel, Kobalt, Kupfer) oder ohne dieselbe.

Arseneisen gibt beim Glühen unter Kohlenpulver Arsen ab, und eine niedriger arsenicirte Verbindung von variabler Zusammensetzung bleibt zurück.

Arsennickel und Arsenkobalt hinterlassen eine constante Verbindung von $Ni^4 As$ und $Co^4 As$. Erstere Verbindung gibt im flüssigen, mit blanker Oberfläche versehenen Zustande kein Arsen ab, ausser ein wenig, wenn dieselbe aus dem flüssigen in den starren Zustand übergeht.

Arsenkupfer, sehr leichtflüssig, gibt für sich unter Kohlenpulver erhitzt, unter Verlust von Arsen eine Verbindung von unbestimmter Zusammensetzung. Mit Arsenkobalt und Arsennickel zusammen erhitzt, gehen diese in Viertelarsenmetalle, $(Ni, Co)^4 As$, und das Arsenkupfer in Sechstel-Arsenkupfer ($Cu^6 As$)über. Wird eine aus den Arsenmetallen von Eisen, Kobalt, Nickel und Kupfer bestehende Verbindung einem oxydirenden und solvirenden Schmelzen mit Borax unterworfen, so gehen die drei ersten Arsenmetalle als arsensaure Metalloxyde nach einander in der genannten Reihefolge in Lösung, während das zurückbleibende Arsenkupfer unter Verlust seines Arsengehaltes als metallisches Kupfer zurückbleibt. Dieses Verhalten bildet die Grundlage für die PLATTNER'sche Nickel und Kobaltprobe.

5) Durch Erhitzen mit Metalloxyden und Metallsalzen. Wie bereits nachgewiesen, wirken beim Rösten gebildete Oxyde und Salze auf noch unzersetzte Arsenmetalle oxydirend ein. (p. 36.)

6) Durch Erhitzen mit Alkalien und ihren Verbindungen. Zur Zerlegung der Arsenmetalle (z. B. bei der Nickel- und Kobaltgewinnung) schmilzt man dieselben wohl mit Alkalien und Schwefel, oder mit Salpeter und Potasche, Soda etc. In beiden Fällen lässt sich das Arsen aus der geschmolzenen Masse mit Wasser ausziehen, in ersterem als Schwefelsalz, in letzterem als arsenigsaures oder arsensaures Alkali.

7) Durch Erhitzen mit andern Metallen. Dieser Fall kann z. B. eintreten bei der Zerlegung von Schwefelmetallen (Schwefelblei, Schwefelsilber) durch Eisen, welche gleichzeitig durch Eisen zersetzbare Arsenmetalle (Arsensilber) enthalten (Andreasberger Silberhütte auf dem Oberharze),

Kommen Arsen- und Schwefelmetalle in einer Verbindung, z. B. in einem Leche, zusammen vor, so sättigt sich nach MARKUS [1]) zunächst das zugeschlagene Eisen mit Arsen unter Bildung von $Fe^4 As$, dann erst wirkt der Ueberschuss an Eisen zerlegend auf die Schwefelmetalle. Durch die Bindung des Arsens vom Eisen wird die Verflüchtigung des Silbers und Bleies verringert, so dass also ein grosser Eisenzuschlag einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Entsilberung und die Metallverflüchtigung hat.

Zerlegung der Antimonmetalle.

Die Antimonmetalle können zerlegt werden:

1) Durch Erhitzen an der Luft. Metallisches Antimon schmilzt nach PLATTNER (c. l.) und verbrennt mit bläulich-weisser Flamme zu antimoniger Säure (Antimonoxyd), welche sich als weisses Pulver absetzt, bei schwachem Rothglühen schmilzt und bei höherer Temperatur sich verflüchtigt. Bei eintretender Rothglühhitze geht die antimonige Säure durch höhere Oxydation auf Kosten der Luft in eine Verbindung von antimoniger Säure mit Antimonsäure oder in reine Antimonsäure über, welche unschmelzbar und nicht flüchtig ist. Letzterer Fall tritt besonders ein und ist von einer Bildung von antimonsauren Metalloxyden begleitet, wenn dampfförmige antimonige Säure bei Luftzutritt mit feinzertheilten Metalloxyden in Berührung kommt.

Schwefelmetalle, welche in ihrer Mischung Schwefelantimon enthalten, geben beim Rösten freie Metalloxyde, schwefelsaure und antimonsaure Metalloxyde, indem die gebildete antimonige Säure theils durch den Sauerstoff der zutretenden Luft, theils durch die aus den Schwefelungen entwickelte Schwefelsäure in Antimonsäure verwandelt und dadurch zur Bildung von antimonsauren Metalloxyden Veranlassung gegeben wird, welche sonst als schwefelsaure Oxyde hervorgetreten sein würden. Namentlich hat das Schwefelsilber Neigung, sich beim Rösten solcher Verbindungen in antimonsaures Silberoxyd umzuändern, was in dem Falle sehr störend ist, wenn man das Silber, wie beim ZIERVOGEL'schen Prozess, als schwefelsaures Silberoxyd aus dem

1) Oester. Zeitschr. 1857. No. 1. — B. u. h. Ztg. 1857. No. 8.

Röstgut durch Wasser ausziehen will. Das antimonsaure Silberoxyd ist in Wasser unlöslich. Zwar kann bei Anwesenheit von viel Schwefelkupfer die aus demselben in reichlicher Menge entwickelte dampfförmige Schwefelsäure bei hinreichend hoher Temperatur das antimonsaure Silberoxyd mehr oder weniger in schwefelsaures Silberoxyd umwandeln, allein bei dieser hohen Temperatur zersetzt sich sowohl das schwefelsaure, als auch das antimonsaure Silberoxyd theilweise und es scheidet sich unter Verflüchtigung von Silber metallisches Silber aus, welches für die Extraction auch verloren ist.

Die ZIERVOGEL'sche Entsilberungsmethode erfordert demnach antimonfreie Producte, wofern sich nicht MARIAN'S und PATERA'S [1]) Angaben bestätigen sollten, dass das antimonsaure Silberoxyd beim Rösten durch einen Zuschlag von Eisenvitriol in schwefelsaures Silberoxyd umgewandelt werden kann.

Dunkles Rothgiltigerz, $\acute{A}g^3 \dddot{S}b$, verwandelt sich, nach und nach bis zum anfangenden Glühen erhitzt, unter Entwicklung von schwefliger und antimoniger Säure in ein dunkelbräunlichgraues Gemenge von antimonsaurem Silberoxyd, wenig schwefelsaurem Silberoxyd und metallischem Silber. Reibt man das Röstgut öfters auf, so entsteht ohne Abscheidung von metallischem Silber hellbräunliches bis gelblichgraues antimonsaures Silberoxyd, welches in mässiger Rothglühhitze unveränderlich ist, bei hoher Temperatur aber unter Abscheidung von dampfförmiger antimoniger Säure in metallisches Silber übergeht.

Fahlerz, $(\dot{C}u, \dot{F}e, \dot{Z}n)^4 \dddot{S}b$, gibt noch vor dem Glühen schweflige und antimonige Säure, erglüht bei gesteigerter Temperatur von selbst und sintert. Bei öfterem Aufreiben und fortgesetztem Rösten hört allmälig die Entwicklung von antimoniger und später die von schwefliger Säure auf und es bleibt eine nicht gesinterte Verbindung von freien Oxyden, schwefelsauren Salzen und besonders von antimonsaurem Kupferoxyd zurück.

---

1) Oester. Zeitschr. 1857. p. 126.

Bleiglanz mit Schwefelantimon entwickelt in angehender Rothglühhitze schweflige und antimonige Säure und es entsteht eine schwerschmelzige Verbindung von antimonsaurem Bleioxyd mit etwas schwefelsaurem Bleioxyd.

Werden Schwefelmetalle, welche Schwefelantimon enthalten, in Stücken geröstet, so bilden sich Metalloxyde, schwefelsaure Metalloxyde und antimonsaure Metalloxyde, während sich antimonige Säure verflüchtigt und als solche, oder in Verbindung mit theilweise daraus gebildeter Antimonsäure, die Oberfläche der überliegenden Stücke weiss beschlägt.

2) Durch Erhitzen in Wasserdampf werden Antimonmetalle ähnlich, wie Arsenmetalle (p. 39) entschwefelt.

Bildung der Kohlenstoffmetalle.

§. 12. Kohlenstoffmetalle. Es kommen hier nur Kupfer und Eisen in Betracht, von denen ersteres durch geringe Mengen Kohlenstoff in seinen Eigenschaften sehr verändert werden soll, während letzteres damit für die Technik sehr wichtige Verbindungen (Roheisen, Stahl und Stabeisen) erzeugt. Die Kohlung des Eisens kann auf verschiedene Weise vor sich gehen. LAURENT[1]) nimmt an, nachdem die Flüchtigkeit des Kohlenstoffs durch DESPRETZ's Versuche erwiesen worden, dass sich der bei sehr hoher Temperatur entstehende Dampf des Kohlenstoffs mit dem Eisen verbinde. ELSNER[2]) fand den Kohlenstoff in der Weissglühhitze eines Porzellanofens beim Gutbrennen flüchtig. Nach STAMMER's[3]) neuesten Versuchen bildet sich bei Einwirkung von Kohlenoxydgas auf Eisenoxyd neben metallischem Eisen auch Eisencarburet, indem das metallische Eisen aus dem Kohlenoxydgas Kohle abscheidet und dadurch Kohlensäure gebildet wird. Die Zeit, welche zur Bildung von Kohleneisen erforderlich ist, hängt von der Porosität des Eisens ab.

Leichter als durch Ċ geschieht die Kohlung des Eisens durch

1) Polyt. Centr. 1849. p. 1343.
2) Polyt. Centr. 1859. No. 5, p. 320.
3) DINGL., polyt. Journ. CXX, 430.

CH^2 und CH [1]). Nach GAY-LUSSAC und DUFLOS[2]) wird Eisen von Cyangas gekohlt. Nach STEIN [3]) können bei der Kohlung des Eisens Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas und Cyankalium gemeinschaftlich wirken, ja es kann nach demselben zugegeben werden, dass hier, sowie in allen Fällen, wo geschmolzenes Eisen mit Kohle in Berührung kommt, eine unmittelbare Kohlenstoffaufnahme stattfindet.[4]) Einen günstigen Einfluss auf den Kohlungsprozess übt wegen reichlicher Bildung von Cyankalium aus dem Stickstoff der Luft und dem Kohlenstoff des Brennmaterials der Kaligehalt in den beim Schmelzen angewandten Holzkohlen oder Cokes aus. Der starke Kaligehalt mancher Steinkohlen ist in der Beimischung von Schieferthon zu suchen.

Die Aufnahme von Kohlenstoff beim Glühen von Stabeisen in Kohlenpulver behuf der Cementstahlfabrikation lässt sich dadurch erklären, dass durch Einwirkung der im Kohlenpulver eingeschlossenen Luft auf die Kohle sich Kohlenoxydgas bildet, dieses Kohlenstoff an die Oberfläche des Eisens abgibt und dieselbe dadurch auflockert. Bei diesem Zustand der Oberfläche kann das Kohlenoxydgas immer zum unverkohlten Eisen gelangen und bis ins Innere seine kohlende Wirkung ausüben.

Zerlegung der Kohlenstoffmetalle.

Die Zerlegung der Kohlenstoffmetalle geschieht hauptsächlich durch Erhitzen an der Luft (Eisenfrischen) oder mit Körpern, welche Sauerstoff abgeben (Schlackenpuddeln, Zuschlag von Gaarschlacken, Eisenhammerschlag, Braunstein, Wasserdampf beim Frischen).

Bildung der Phosphormetalle.

§. 13. Phosphormetalle. Dieselben kommen bei metallurgischen Prozessen nur untergeordnet vor und entstehen dann gewöhnlich durch Reduction von in den Erzen (Blei-, Kupfer- und Eisenerzen) enthaltenen phosphorsauren Metalloxyden. Sie sind leichtflüssig und spröde und gehen beim Erhitzen an der Luft in phosphorsaure Salze über, aus welchen durch kräftige Basen die meist für das Hauptproduct schädliche Phosphorsäure abgeschieden werden kann.

1) ERDM. u. SCHWEIGG., J. f. pr. Ch. II, 333.
2) BRANDES, Arch. XXII., 282.
3) DINGL., polyt. Journ. CXXI, 283. B. u. h. Ztg. X, 673.
4) SCHEERER, Met. II, 9.

(Zuschlag von Kalk beim Verfrischen von phosphorhaltigem Roheisen.) Nach STRUVE [1]) kommt der Phosphor in mehreren Verbindungen im Roheisen vor.

§. 14. **Metallsalze, und zwar Sauerstoff- und Haloidsalze.** Die Bildung derselben kann geschehen:

Bildung der Metallsalze.

1) **auf trocknem Wege**

a) **durch Erhitzen von Schwefel-, Antimon- oder Arsenmetallen bei Luftzutritt** (ZIERVOGEL's Silberextractionsmethode, Darstellung gemischter Vitriole aus Kupfersteinen, Gewinnung von Zinkvitriol am Unterharz).

Von den chemischen Vorgängen bei der Bildung derartiger Salze war schon bei der Zerlegung der Schwefelungen (pag. 19) die Rede. Durch Röstung gebildete Vitriole sind in Wasser etwas schwer löslich; doch lösen sich neutrale Sulphate in kochendem Wasser nach längerer Zeit völlig auf, am leichtesten Eisenvitriol, am schwierigsten Nickelvitriol. Basische Sulphate lösen sich in verdünnter warmer Schwefelsäure, am leichtesten basisch schwefelsaures Kupferoxyd.

b) **Durch Erhitzen von Metallen oder Schwefel-, Antimon- und Arsenmetallen mit Salzbildern.** Man unternimmt eine derartige **chlorirende Röstung** [2]) entweder, um gewisse Metalle behuf ihrer Ausziehung in feuerbeständige Chlormetalle zu verwandeln (z. B. Silber bei der Amalgamation und beim AUGUSTIN'schen Entsilberungsprozess, Kupfer beim BECHischen Verfahren), oder um gewisse für das auszubringende Metall schädliche Stoffe als flüchtige Chloride zu entfernen, z. B. Arsen, Antimon, Zink, Zinn, Phosphor etc.

Die Entwicklung des Chlorgases geschieht im Röstofen aus zum Röstgut zugesetztem Chlornatrium, indem man dasselbe durch Schwefelsäure zerlegt. Letztere wird entweder beim Rösten von Schwefelungen im dampfförmigen und wasserfreien Zustande erzeugt oder auch von den schwefelsauren Metalloxyden geliefert, welche sich beim Rösten bilden. Er-

1) ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. 79, S. 321.

2) PLATTNER, Röstprozesse, p. 257.

zeugt sich dabei keine oder nicht hinreichend Schwefelsäure, so schlägt man behuf Zerlegung des Kochsalzes calcinirten Eisenvitriol in hinreichender Menge hinzu.

Der chemische Vorgang bei der Zerlegung des Kochsalzes ist ein verschiedener, je nachdem dieselbe durch dampfförmige Schwefelsäure oder durch schwefelsaure Metalloxyde geschieht. Im ersten Falle wird Chlor gasförmig ausgeschieden:

$$\mathrm{Na\,Cl} + 2\dddot{\mathrm{S}} = \dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\,\dddot{\mathrm{S}} + \mathrm{Cl} + \ddot{\mathrm{S}},$$

im zweiten Falle bilden sich Chlormetalle, ohne dass eine merkliche Menge Chlor frei wird, z. B.

$$\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}\,\dddot{\mathrm{S}} + \mathrm{Na\,Cl} = \mathrm{Cu\,Cl} + \dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\,\dddot{\mathrm{S}}.$$

Die so gebildeten Chlormetalle sind mehr oder weniger flüchtig und besitzen öfters die Eigenschaft, beim Zusammentreffen mit anderen Schwefelmetallen und deren Metallen ihren Chlorgehalt ganz oder theilweise an dieselben abzugeben; ähnlich verhält sich dampfförmiges Kochsalz. Neben Chlorgas bildet sich beim chlorirenden Rösten in Folge des Wassergehaltes der Verbrennungsluft und des Brennmaterials aus Kochsalz oder flüchtigen Chloriden gasförmige Salzsäure ($\mathrm{NaCl} + \dddot{\mathrm{S}} + \dot{\mathrm{H}} = \dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\,\dddot{\mathrm{S}} + \mathrm{Cl\,H}$), welche auch im Stande ist, Metalloxyde und Metallsalze in Chlormetalle umzuändern.

Die Menge des zur Zerlegung von Kochsalz erforderlichen Eisenvitriolzusatzes beträgt der stöchiometrischen Berechnung nach auf 1 Theil Kochsalz 5 Thle. von letzterem. In der Praxis erleidet aber dieses Verhältniss mannichfache Abänderungen, je nachdem z. B. die verflüchtigten Chloride mehr oder weniger chlorirend wirken, oder kohlensaure Salze im Röstgut vorhanden sind, welche Schwefelsäure absorbiren u. dgl. m.

Es kommen bei der chlorirenden Röstung von Erzen und Hüttenproducten ausser den gediegenen Metallen Gold, Silber und Kupfer (in manchen Kupfersteinen) besonders die Schwefel-, Antimon- oder Arsenmetalle von Silber, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel, Kobalt, Zink, Blei, Zinn, Molybdän und Wismuth und ihre Oxyde in Betracht. Es finden sich

von diesen Metallen Gold, Silber, Eisen, Nickel und Kobalt an Arsen, oder Gold, Silber und Nickel an Antimon oder sämmtliche Metalle bis auf Gold an Schwefel gebunden.

Die chemischen Wirkungen der bei der chlorirenden Röstung hauptsächlich auftretenden Agentien (Chlorgas, salzsaures Gas, flüchtige Chloride und dampfförmiges Kochsalz) auf diese Metalle und Metallverbindungen sind nachstehende:

α) Wirkung des freien Chlorgases. Gold (im gediegenen Zustande und an andere Metalle gebunden) verwandelt sich in höchst feinzertheiltem und erwärmtem Zustande in $Au\,Cl^3$, welches schon weit unter der Glühhitze in $AuCl$ übergeht und bei steigender Temperatur in seine Bestandtheile zerlegt wird.

Silber im gediegenen Zustande geht langsam in Chlorsilber über, welches bei 260° C. schmilzt, sich erst in hoher Temperatur verflüchtigt, aber schon bei niedriger Temperatur durch andere flüchtige Chlormetalle zur Verflüchtigung disponirt wird.

Kupfer verwandelt sich je nach der herrschenden Temperatur und der vorhandenen Chlormenge in Kupferchlorür, $Cu^2\,Cl$, und Chlorid $Cu\,Cl$. Beide Verbindungen schmelzen unter der Rothglühhitze und zerstreuen sich bei Luftzutritt in condensirbare Dämpfe. Bei stärkerer Hitze gibt Kupferchlorid Chlor ab und verwandelt sich in Chlorür. Bei Einwirkung von Wassergas bildet sich salzsaures Gas, Kupferoxydul und Oxyd, je nachdem Chlorür oder Chlorid vorhanden war.

Antimon und Arsen (gediegen, mit Schwefel oder andern Metallen in Verbindung) geben sehr flüchtiges $Sb\,Cl^3$ und $As\,Cl^3$.

Schwefel erzeugt sehr flüchtigen Chlorschwefel.

Schwefelsilber verhält sich wie metallisches Silber.

Schwefelkupfer zeigt das Verhalten des metallischen Kupfers.

Schwefel- und Arseneisen geben anfangs Eisenchlorür $Fe\,Cl$ und bei Einwirkung der Luft Eisenchlorid $Fe^2\,Cl^3$, welches dampfförmig entweicht und in Berührung mit Wassergas salzsaures Gas und Eisenoxyd erzeugt.

Schwefelmangan verwandelt sich bei starker Rothglühhitze in schmelzbares, aber nicht flüchtiges Manganchlorür, Mn Cl, welches mit Wassergas Salzsäure und Manganoxyduloxyd gibt.

Schwefel-, Arsen- und Antimonnickel geht in sublimirbares Chlornickel, Ni Cl, und bei Anwesenheit von Wassergas in Nickeloxydul über.

Schwefel- und Arsenkobalt gibt Chlorkobalt, Co Cl, bei ununterbrochenem Zutritt von Chlor sublimirbar und durch Wassergas in Kobaltoxyduloxyd überzuführen.

Schwefelzink verwandelt sich in Chlorzink, Zn Cl, noch unter der Glühhitze schmelzbar und bei Rothglühhitze sublimirbar. Wassergas zersetzt dasselbe in Zinkoxyd und salzsaures Gas.

Schwefelblei geht allmälig in leichtschmelziges Chlorblei über, welches bei Rothgluth und Luftzutritt theils verdampft, theils unter Abgabe von Chlorgas in bei Glühhitze nicht flüchtiges basisches Chlorblei, Pb Cl, Pb O, übergeht.

Schwefelzinn verwandelt sich in dampfförmig entweichendes Zweifach-Chlorzinn, $Sn\,Cl^2$, welches bei Luftzutritt theilweise in Zinnoxyd übergeht.

Schwefelwismuth gibt leichtschmelzbares und schon bei mässiger Glühhitze flüchtiges Chlorwismuth, $Bi^2\,Cl^3$, welches bei Luftzutritt theilweise in basisches Chlorwismuth, $(Bi^2\,Cl^3, Bi^2\,O^3)$ und bei Anwesenheit von Wassergas in Chlorgas und Wismuthoxyd = Chlorwismuth übergeht.

Schwefelmolybdän verwandelt sich in Zweifach-Chlormolybdän $Mo\,Cl^2$, welches als dunkelrother Dampf entweicht.

Metalloxyde werden von Chlorgas meist nur wenig angegriffen.

Die Einwirkung des Chlorgases auf gediegene Metalle und deren Schwefel-, Antimon- und Arsenverbindungen besteht nach Vorstehendem also darin, dass Chlormetalle, mehr oder weniger flüchtig, gebildet werden, während Chlorschwefel dampfförmig entweicht. Das Gold kann bei zu starker Rothglühhitze im metallischen Zustande zurückbleiben, und vorhandene Metalloxyde werden meist wenig verändert.

β) Wirkung der gasförmigen Chlorwasserstoffsäure. Dieselbe verwandelt sowohl metallisches Silber, als auch die meisten Schwefel- und Arsenmetalle in Chlormetalle unter Bildung von Schwefel- und Arsenwasserstoffgas. Letztere Gase gehen bei Luftzutritt in schweflige und arsenige Säure über. Von besonders energischer Einwirkung ist dieselbe aber auf gebildete schwefelsaure, arsen- und antimonsaure Metalloxyde (von Silber, Kupfer, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink, Blei und Wismuth), welche dabei unter Entwicklung von Chlor, Chlorschwefel, Chlorarsen und Chlorantimon in Chlormetalle übergehen, z. B.

$$\dot{A}g\,\dddot{S} + 4\,HCl = Ag\,Cl + S\,Cl + 4\,\dot{H} + 2\,Cl.$$

$$\dot{A}g^3\,\ddot{\bar{A}}s + 8\,HCl = 3\,Ag\,Cl + As\,Cl^3 + 8\,\dot{H} + As\,2\,Cl.$$

$$\dot{A}g\,\ddot{\bar{S}}b + 6\,HCl = Ag\,Cl + Sb\,Cl^3 + 6\,\dot{H} + 2\,Cl.$$

Das frei gewordene Chlorgas geht bei Anwesenheit des Wassergases wieder in Chlorwasserstoffsäure über.

Aber auch Metalloxyde werden von der Salzsäure angegriffen. Besonders wichtig ist diese Wirkung der Salzsäure für die Zersetzung der obigen Silbersalze.

γ) Wirkung der verflüchtigten Chloride. Von den beim chlorirenden Rösten gebildeten flüchtigen Chloriden (Eisen- und Kupferchlorid, Chlorzink, Chlorblei, Chlorwismuth, Chlorantimon, Chlorarsen, Chlorzinn) geben Eisen- und Kupferchlorid weniger an Metalloxyde, als an metallisches Silber, an Schwefel- und Arsenmetalle einen Theil ihres Chlors ab und gehen in Chlorüre über. Aehnlich wie die Salzsäure zersetzen sie auch schwefelsaure, arensaure und antimonsaure Salze, namentlich die des Silbers, wobei Chlorsilber entsteht und das Chlormetall in schwefelsaures, antimonsaures oder nach Umständen in freies Oxyd übergeht.

δ) Wirkung des dampfförmigen Kochsalzes bei Luftzutritt.[1]) Dasselbe verwandelt metallisches Silber unter Bildung von kohlensaurem Natron vollständig in Chlorsilber; Schwefelmetalle mehr oder weniger in Chlormetalle unter Erzeugung von schwefelsaurem Natron;

---

1) Plattner in der B. u. h. Ztg. 1854. p. 126.

Arsenmetalle unter Entwicklung von arseniger Säure in basisch arsensaure Metalloxyde und nur sehr unvollständig in Chlormetalle.

Von den Metalloxyden wird Zinkoxyd nicht verändert. Silberoxyd verwandelt sich vollständig in Chlorsilber und die übrigen Oxyde werden nur theilweise zerlegt.

Kupferoxyd gibt neben Kupferoxydnatron Chlorkupfer, Bleioxyd basisches Chlorblei (Bleioxyd-Chlorblei). Von den Metallsalzen schmelzen schwefelsaures, arsensaures und antimonsaures Silberoxyd mit Kochsalz zusammen, indem Chlorsilber entsteht und jene Säuren an Natron gebunden werden; schwefelsaures und neuntelarsensaures Nickel- und Kobaltoxydul schmelzen mit Kochsalz sehr unvollkommen und geben wenig Chlornickel und Chlorkobalt; einfach schwefelsaures Eisenoxyd gibt sublimirbares Eisenchlorid und Eisenoxyd; schwefelsaures Manganoxydul Manganchlorür; schwefelsaures Zinkoxyd flüchtiges Chlorzink, welches an der Luft Zinkoxyd absetzt; schwefelsaures Kupferoxyd gibt unter Verflüchtigung von Kupferchlorid ein Gemenge von Kupferchlorür mit Chlorid; schwefelsaures Bleioxyd geht unter Entlassung von Chlorbleidämpfen in basisches Chlorblei über.

Wie bereits (p. 45) erwähnt, kann ein Zusatz von Kochsalz bei Röst- und Schmelzprozessen auch die Entfernung von für das auszubringende Product schädlichen Substanzen in Gestalt von flüchtigen Chlorverbindungen bezwecken, welcher Fall hauptsächlich bei der Verarbeitung antimon- und arsenhaltiger Kupfererze und Kupfersteine vorkommt. Da es Schwierigkeiten hat, antimon- oder arsensaure Salze beim Rösten für sich oder bei Kohlenzusatz vollständig zu zersetzen (p. 38), so verunreinigen Arsen und Antimon demnächst das Kupfer und ertheilen ihm üble Eigenschaften. Durch ein gleichzeitiges chlorirendes und reducirendes Rösten ist man aber im Stande, diese Substanzen aus schwefelhaltigen Kupfererzen und Kupfersteinen hinreichend zu entfernen. Dieselben werden anfangs bis zu einem gewissen Grade für sich geröstet, wobei sich neben freien Metalloxyden schwefelsaure, arsensaure und antimonsaure Metalloxyde bilden, dann setzt man nach

PARKES [1]) Kochsalz und etwas Kohlengestübbe zu und röstet bei geschwächtem Luftzutritt weiter. Durch die Kohle werden die schwefel-, arsen- und antimonsauren Salze mehr oder weniger in Oxyde (Kupferoxydul, Eisenoxyduloxyd) unter Entweichen von schwefliger, arseniger und antimoniger Säure und Arsensuboxyd übergeführt. Aber es entstehen auch leicht Arsenmetalle (p. 38) und die antimonige Säure bleibt mit dem Kupferoxydul fast vollständig in Verbindung. Durch die Einwirkung des Kochsalzes auf den Kupfervitriol (p. 50) bildet sich aber Kupferchlorid, welches sich bei der herrschenden Temperatur in Kupferchlorür und freies Chlor, oder bei Anwesenheit von Wassergas in Kupferoxyd und Chlorwasserstoffsäure umwandelt. Während das freie Chlor auf die noch vorhandenen Antimon- und Arsenmetalle einwirkt, zerlegt die Salzsäure in der angegebenen Weise (p. 49) die schwefel-, antimon- und arsensauren Salze. Mengt man statt Holzkohlenpulver rohe Brennmaterialien ein, welche beim Erhitzen Kohlenwasserstoffverbindungen geben, so entzieht diesen das Chlor ihren Wasserstoff und die entstehende Salzsäure wirkt in obiger Weise.

Je mehr Arsen und Antimon vorhanden sind, um so mehr schwefelsaures Kupferoxyd muss man zu bilden suchen, damit die gehörige Menge Salzsäure und Chlor zur Entfernung von Arsen und Antimon vorhanden ist.

Da sich Chlorkupfer verflüchtigt, so müssen Vorrichtungen zu dessen Condensation vorhanden sein.

Auch beim Zugutemachen alter Bronzen, von Kanonenmetall etc. durch Gaarmachen setzt man Kochsalz zu, um einen Theil des Zinnes als Chlorzinn zu verflüchtigen.

Das aus dem SCHAFHÄUTL'schen Pulver entwickelte Chlor soll bei der Stabeisen- und Stahlbereitung im Roheisen vorhandenen Schwefel, Phosphor, Arsen etc. entfernen.

c) Durch Glühen oder Schmelzen von Metallen, Metalloxyden, Schwefel-, Antimon- und Arsenverbindungen mit oxydirenden Substanzen (Chromeisen-

1) GURLT in der B. u. h. Zeitg. 1852. S. 288. — PLATTNER's Röstprozesse S. 319.

stein oder Arsenverbindungen mit Salpeter, silberhaltige Schwefelungen mit Eisenvitriol etc.).

2) Bildung der Metallsalze auf nassem Wege

a) durch Behandlung der Metalle, Schwefelmetalle etc. mit Salzbildern in freiem oder gebundenem Zustande (Bildung von Chlorgold durch Chlorgas oder Chlorwasser nach PLATTNER's Verfahren, von Chlorsilber durch Kupferchlorid bei der amerikanischen Amalgamation und bei GURLT's Entsilberungsmethode). KARSTEN[1]), BOUSSINGAULT[2]), MALAGUTI und DUROCHER[3]) haben die Einwirkung des Chlors und der Chloride auf Schwefelungen näher untersucht;

b) durch Behandlung der Metalle mit Säuren. Das Verhalten der Metalle zu Säuren geht aus folgender Tabelle hervor:

Metalle	Salpetersäure	Schwefelsäure	Salzsäure	Königswasser
Antimon	oxydirbar, aber nicht löslich	verdünnt und kalt wirkt nicht, beim Kochen löslich	beim Kochen löslich.	leicht löslich
Arsen	löslich	wie Antimon	in geringer Menge löslich bei Luftzutritt	leicht löslich
Blei	leicht löslich	schwer löslich in der Hitze unter Bildung von $\dot{P}b\ddot{S}$, welches sich nicht vollständig löst	wird in der Hitze nur wenig angegriffen	löslich unter theilweiser Abscheidung von Pb Cl
Cadmium	leicht löslich	schwerer löslich	schwerer löslich	leicht löslich
Chrom	schwer löslich	in verd. S. löslich, in conc. unlöslich	löslich	schwer löslich

1) KARST., Arch. 1. R. XVII, 255; XXV, 180.
2) POGG., Ann. XXXII, 109. ERDM., J. f. pr. Ch. II, 155.
3) MALAGUTI und DUROCHER, Ueber das Vorkommen und die Gewinnung der Silbers. Deutsch von HARTMANN. Quedlinb. 1851.

Metalle	Salpetersäure	Schwefelsäure	Salzsäure	Königswasser
Eisen	löslich	in verd. S. sehr leicht löslich, in conc. schwerer löslich.	in verd. S. sehr leicht löslich	sehr leicht löslich
Gold	unlöslich	unlöslich	unlöslich	leicht löslich
Kobalt	leicht löslich	in verd. S. leicht löslich, in conc. nur beim Erwärm.	langsam löslich.	leicht löslich
Kupfer	leicht löslich	in verd. S. unlösl., bei Luftzutritt lösl.[1]; in conc. S. beim Kochen löslich,	bei Luftzutritt etwas löslich.	leicht löslich
Mangan	leicht löslich	in verd. S. leicht löslich	leicht löslich.	leicht löslich
Nickel	leicht löslich	in verd. S. langsam löslich	langsam löslich.	leicht löslich
Platin	unlöslich	unlöslich.	unlöslich.	in der Wärme löslich
Quecksilber	löslich	in conc. kochender S. lösl.	unlöslich.	leicht löslich
Silber	leicht löslich	in conc. kochender S. lösl.	unlöslich	unter Abscheidung v. Chlorsilber zersetzbar
Wismuth	leicht löslich	in conc. kochender S. lösl.	sehr schwer löslich	löslich
Zink.	leicht löslich	in verd. S. sehr leicht löslich	sehr leicht löslich.	sehr leicht löslich
Zinn	in verd. kalter S. löslich, in conc. bildet sich unlösliches Zinnoxyd	in conc. kalter u. verd. heisser S. löslich.	in der Wärme langsam löslich.	in der Kälte löslich bei allmäligem Zusatze des Zinns.

1) Von dem Verhalten des Kupfers, im feinzertheilten Zustande bei Luftzutritt mit verdünnter Schwefelsäure benetzt schwefelsaures

c) durch Behandlung von Metalloxyden oder kohlensauren Salzen mit dampfförmigen Säuren (kohlensaures Kupferoxyd mit schwefelsauren oder salzsauren Dämpfen) oder mit flüssigen Säuren (kohlensaures Kupferoxyd oder geröstete Kupfererze, Nickelerze etc. mit Schwefelsäure oder Salzsäure). Die auf trocknem Wege durch Röstung oder beim Glühen erhaltenen Metalloxyde lösen sich schwerer in Säuren, als die auf nassem Wege erzeugten. Nach STAPFF[1]) löst sich von den durch Röstung entstandenen freien Oxyden des Eisens, Kupfers, Nickels und Kobalts am leichtesten Kupferoxyd, viel schwieriger Nickeloxydul, doch zum Theil immer noch leichter, als Eisenoxyd, in verdünnter warmer Schwefelsäure. Kobalt scheint durch die Röstung sich zum Theil in C̈o zu verwandeln, wodurch dasselbe schwerer löslich wird, und ein Theil Nickel folgt ihm dabei. Sind bei unvollständiger Röstung mit den Oxyden noch Schwefelmetalle gemengt, so lösen sich die Schwefelungen des Eisens ziemlich leicht zu Oxydulsalzen, die des Nickels und Kupfers gar nicht. Zinkoxyd, beim Rösten einer gewöhnlich Schwefeleisen enthaltenden Zinkblende entstanden, löst sich selbst in heisser Salzsäure nur unvollständig, nach G. RAMDOHR wegen ihres Gehalts an schwerlöslichem Eisenoxyd. Die Lösung erfolgt aber ohne Schwierigkeit, wenn man etwas metallisches Eisen oder Zink hinzufügt. Der dabei entwickelte Wasserstoff reducirt das Eisenoxyd, welches sich als Oxydul leicht löst. — Basisch schwefelsaure Salze lösen sich meist leichter in verdünnter Säure, als Oxyde.

Zerlegung der Metallsalze.

Eine Zerlegung der Metallsalze, welche entweder in Wasser löslich oder unlöslich, feuerbeständig oder flüchtig sind, lässt sich herbeiführen

1) auf trocknem Wege

Kupferoxyd zu geben, hat man in neuerer Zeit im Mansfeldschen und zu Oker am Unterharze Anwendung gemacht und zwar zur Gewinnung von Nickel aus nickelhaltigem Gaarkupfer und zur Gewinnung von Silber aus unreinem silberhaltigen Schwarzkupfer (B u. h. Ztg. 1859. No. 19; 1860. No. 4.)

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 379.

a) beim Erhitzen für sich. Nur in wenigen Fällen scheidet sich dabei ein Metall ab (Goldchlorid, Chlorplatin, Platinsalmiak, schwefelsaures Silberoxyd), meist verlieren die Metallsalze dabei ihre Säure, indem Oxyde zurückbleiben (Eisenvitriol, Kupfervitriol), manche werden gar nicht zersetzt (schwefelsaures Bleioxyd, Chlorsilber, manche arsen- und antimonsaure Salze);

b) beim Erhitzen mit Kohle[1]). $\dot{Pb}\,\dddot{S}$ wird bei schwacher Glühhitze zum Theil in $\dot{Pb}$ verwandelt, welches bei erhöhter Temperatur unter Abscheidung von metallischem Blei auf den Bleivitriol zerlegend einwirkt. — $\dot{Cu}\,\dddot{S}$ gibt bei dunkler Rothglühhitze unter Entwicklung von $\ddot{C}$ und $\ddot{S}$ metallisches Kupfer; bei starker Glühhitze erzeugt sich mehr $\ddot{C}$ und der Rückstand enthält Schwefelkupfer. — $\dot{Zn}\,\dddot{S}$ zerlegt sich bei Rothglühhitze unter Bildung von $\dot{Zn}$ und einem Gemenge von 2 Vol. $\ddot{S}$ und 1 Vol. $\ddot{C}$, bei stärkerer Hitze bildet sich metallisches Zink; rasch zum Weissglühen erhitzt, entsteht neben $\ddot{C}$ wenig $\dot{C}$ und $\ddot{S}$, auch $\dot{Zn}$.

Von dem Verhalten der beim Rösten gebildeten schwefelsauren, arsensauren und antimonsauren Metalloxyde war (p. 19) die Rede.

c) beim Erhitzen mit alkalischen oder erdigen Zuschlägen, sonstigen Reductions- oder Entschwefelungsmitteln (Chlorsilber mit Potasche, Bleivitriol mit Potasche, Kohle, Mehl und Eisen beim Probiren etc.)

d) beim Erhitzen mit Chlor oder Kochsalz (siehe pag. 45).

e) beim Erhitzen mit Schwefelungen (s. pag. 32).

2) auf nassem Wege

a) durch ein anderes Metall mittelst eines electrochemischen Prozesses (Chlorsilber durch Eisen bei der Amal-

---

1) Gay-Lussac, Ueber die Zersetzung der schwefelsauren Metallsalze durch Kohle. Erdm., J. f. pr. Ch. XI, 65.

gamation, Silber durch Kupfer bei AUGUSTIN's, ZIERVOGEL's und GURLT's Silberextractionsmethode, Kupfer durch Eisen).

Die Metalle sind in der nachstehenden Reihe so geordnet, dass das vorhergehende durch das folgende ausgefällt wird: Pt, Au, Ag, Hg, Bi, Cu, Sn, Pb, Cd, Fe, Zn. Zink und Eisen schlagen sich gegenseitig nicht nieder, dagegen wird von beiden Antimon als schwarzes Pulver gefällt.

b) durch Körper, die sich höher zu oxydiren vermögen. (Gold aus seinen Lösungen durch schweflige Säure, Oxalsäure, arsenige Säure, Eisenvitriol, Ameisensäure; Metalllösungen durch Phosphor).[1])

c) durch lösliche Schwefelungen (Kupfer durch Schwefelnatriumlösung oder Schwefelwasserstoffgas nach SINDING's[2]) Methode, Gold und Silber durch Schwefelcalcium nach KISS.)[3])

II. Abschnitt.

Von den Hüttenprozessen.

Begriff der Hüttenprozessen.

§. 15. Eintheilung der Hüttenprozesse. Hüttenprozesse nennt man die chemischen Operationen im Grossen, durch welche Erze oder schon erzeugte Hüttenproducte zu Gute gemacht werden. Man bedarf dazu theils mechanischer, theils chemischer Hülfsmittel. Zu ersteren sind die verschiedenen Arten von Oefen, die Gebläse, das Gezähe, die Apparate zur Zerkleinerung (Pochwerke, Walzwerke, Mühlen, Hämmer etc.), zur Trennung (Siebe, Schlämmfässer etc.), zum Mengen, Strecken u. a. zu rechnen, zu letzteren hauptsächlich Brennmaterial, Luft, verschiedene Zuschläge, Wasser, Chlor u. a. m.

Die chemisch-metallurgischen Operationen sind im All-

1) B. und h. Ztg. 1859. S. 185.
2) Bgwfd. XIX. No. 17 u. 18.
3) Oester. Zeitschr. 1860. S. 203.

gemeinen eine Anwendung der Lehren von der chemischen Verwandtschaft. Soll diese zwischen zwei oder mehreren Körpern zur Wirkung kommen, so müssen sich dieselben in einem schicklichen Aggregatzustande befinden und dieser ist entweder der tropfbarflüssige oder der gasförmige.

Das Flüssigmachen der Erze etc. kann entweder auf trocknem Wege durch erhöhte Temperatur, durch Schmelzen, geschehen, oder auf nassem, hydrometallurgischen Wege durch Behandeln der zu verarbeitenden Substanzen mit Flüssigkeiten (Lösungsmitteln). Der gasförmige Aggregatzustand ist zwar für die chemische Einwirkung verschiedener Körper auf einander oft noch geeigneter, als der tropfbarflüssige, allein der letztere genügt in den meisten Fällen und gibt zu Metallverlusten durch Verflüchtigung weniger Veranlassung. Auch ist nicht immer erforderlich, dass die Körper, welche chemisch auf einander einwirken sollen, sämmtlich flüssig oder gasförmig sind, indem man schon dadurch chemische Veränderungen an gewissen festen Substanzen (Erzen) hervorzubringen vermag, wenn man Lösungsmittel (z. B. Chlorwasser auf Goldkiese, Ausscheidung des Silbers und Kupfers aus seinen Lösungen durch Eisen) oder Gase (z. B. Sauerstoff, Chlor, Wasserdampf beim Rösten geschwefelter Erze, Kohlenoxydgas auf Eisenoxyd beim Eisenhohofenprozess) darauf einwirken lässt.

Es gelingt nicht immer, durch eine einzige metallurgische Operation den Prozess zu beendigen, sondern es ist, namentlich wenn mehrere nutzbare Metalle in den Erzen vorkommen, eine Reihenfolge von chemischen Operationen erforderlich, um den Zweck, die Abscheidung der Metalle, zu erreichen.

Electricität bei Hüttenprozessen in Anwendung.

Sowohl bei den Hüttenprozessen auf trocknem, als auch auf nassem Wege ist die Anwendung der Electricität in Vorschlag gebracht und mit mehr oder weniger günstigem Erfolge benutzt worden, z. B. bei der Gewinnung des Kupfers[1]),

1) B. u. h. Ztg. 1853. p. 729. Bgwfd. X, 140; XI, 584; XII, 270, 406, 624.

Silbers[1]), Eisens[2]), Bleies[3]), Zinns[4]), Zinks[5]). Neuerdings hat BECQUERELL[6]) die electrochemische Zugutemachung der Silber-, Blei- und Kupfererze gelehrt.

Gewöhnlich gehen den chemisch-metallurgischen Prozessen mechanische Operationen (Zerkleinerungs-, Scheide-, Mengungsarbeiten u. a.) voran, welche die chemische Einwirkung befördern, oder auf die Qualität des zu erzeugenden Productes einen günstigen Einfluss ausüben.

Classification der Hüttenprozesse.

Nach Vorstehendem lassen sich die Hüttenprozesse in folgende Abtheilungen bringen:

I. Hüttenprozesse auf trocknem Wege.
1. Rösten.
2. Schmelzen.
3. Sublimiren und Destilliren.
4. Saigern und Krystallisiren.
5. Cementiren, Adouciren und Glühen.

II. Hüttenprozesse auf nassem Wege.
1. Solviren und Präcipitiren.
2. Amalgamiren.

Erstes Kapitel.

Hüttenprozesse auf trocknem Wege.

1. Rösten.[7])

Begriff von Rösten.

§. 16. Allgemeines. Unter Rösten, Brennen, Zubrennen von Erzen etc. versteht man das Erhitzen derselben bis zu einer Temperatur, bei welcher noch keine

1) Bgwfd. I, 266, 541; III, 282. DINGL., LX, 76; LXIX, 165. B. u. h. Ztg. Ergänz. 1846. p. 63. ERDM., J. f. pr. Ch. XL, 449. LAMP., Fortschr. 1839. p. 97. SCHEERER, Met. I, 51. GRÜTZNER, Aug. Extr. p. 162
2) B. u. h. Ztg. 1853. p. 882. Bgwfd. X, 195.
3) Polyt. Centr. 1854. p. 304. Bgwfd. I, 266, 539.
4) Polyt. Centr. 1854. p. 304.
5) Polyt. Centr. 1854. p. 304.
6) B. u. h. Ztg. 1856. p. 2 u. f.
7) PLATTNER's Röstprozesse. Freiberg 1856.

Schmelzung eintritt, wohl aber eine mechanische Einwirkung der Wärme oder eine chemische Wirkung gasförmiger Substanzen (Sauerstoff der Luft, Wasserdampf und Chlorgas beim Rösten von schwefel-, antimon- und arsenhaltigen Substanzen) oder fester Zuschläge (z. B. Kochsalz bei der Amalgamation und AUGUSTIN'schen Silberextraction, kohlige Substanzen) auf das Röstgut stattfinden kann.

Zweck des Röstens.

Die Röstung dient gewöhnlich als Vorbereitung der Erze zu weiterer metallurgischer Behandlung; nur in wenigen Fällen erhält man durch blosse Röstung der Erze sofort regulinische Metalle (Quecksilber aus Zinnober, Gold und Silber aus den Schwefelungen dieser Metalle).

Das Rösten geschieht in Haufen, in Stadeln oder in Oefen, und zwar in Schachtöfen, Flammöfen oder Gefässöfen. Das Röstgut befindet sich dabei entweder in Bruchstücken oder in Pulverform.

Röstarten.

§. 17. Verschiedene Arten und Zwecke des Röstens. Je nach der Vorbereitung, welche ein Erz oder Product zu seiner eigentlichen metallurgischen Verarbeitung bedarf, lassen sich folgende Arten des Röstens unterscheiden:

Brennen.

1) Das Brennen, Mürbebrennen, welches nur eine Auflockerung des Products durch die ausdehnende Kraft der Wärme bezweckt, ohne dass dasselbe eine Veränderung in der Zusammensetzung erleidet.

Hierher gehört das Mürbebrennen reiner Eisenglanze und Rotheisensteine ($\ddot{\bar{F}}e$), um sie zur Reduction durch Kohlenoxydgas vorzubereiten; ferner das Mürbebrennen der Zinnzwitter behuf ihrer demnächstigen Zerkleinerung unter Pochstempeln. Die erdigen Gemengtheile, namentlich Quarz und Hornstein, sind sehr vorwaltend und hüllen die eingesprengten Schwefel- und Arsenmetalle so ein, dass bei diesem Brennen in Stücken nur eine sehr geringe oxydirende Wirkung ausgeübt wird.

Oxydir. Rösten.

2) Das oxydirende Rösten ohne Verflüchtigung von Substanzen. Neben einem Mürbebrennen wirkt der Sauerstoff auf das Röstgut oxydirend ein, wie beim Rösten des Magneteisensteins (Fe $\ddot{\bar{F}}e$), dessen Eisenoxydul allmälig in Eisenoxyd übergeht. Ist gleich das Mürbebrennen Haupt-

zweck dieser Operation, so ist doch die Bildung von Eisenoxyd erwünscht, weil dieses weniger zur Verschlackung geneigt ist und sich leichter zu metallischem Eisen reducirt, als Eisenoxydul.

Verflüchtig. Rösten.

3) Das verflüchtigende Rösten und zwar

a) das einfach verflüchtigende Rösten, wobei meist nur durch Wärme Substanzen verflüchtigt werden, durch deren Entweichen eine zweckdienliche Auflockerung stattfindet oder ein bei der weitern Verarbeitung störend wirkender Stoff beseitigt wird. Das Brennen des Galmeies, $\dot{Zn}\ddot{C}$, z. B. bezweckt die Austreibung der Kohlensäure, welche sonst bei der demnächstigen rapiden Entwicklung derselben Beschickungstheile mit fortreissen und unter Bildung von Kohlenoxydgas das reducirte Zink wieder oxydiren würde. Braun-, Gelb- und Raseneisensteine (m $\dddot{\bar{Fe}}$ + n $\dot{\bar{H}}$ mit mehr oder weniger $\dddot{\bar{Mn}}$ + $\dot{\bar{H}}$ oder $\ddot{Mn}$), letztere mit Phosphorsäure, Arsensäure, Schwefelsäure und organischen Säuren, sowie wasserhaltige Kieseleisensteine verlieren beim Glühen ihr Wasser, werden dadurch lockerer und lassen sich leichter verschmelzen.

Gleichzeitig mit dieser verflüchtigenden Kraft der Wärme kann eine Einwirkung des Sauerstoffs der Luft vortheilhaft sein. Spatheisenstein ($\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Zn}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$) $\ddot{C}$ und Sphärosiderit (hauptsächlich mit Kieselthon gemengter Spatheisenstein) verlieren beim Erhitzen ihre Kohlensäure und bei Luftzutritt verwandelt sich das Eisenoxydul theilweise allmälig in Eisenoxyd. Beim Kohleneisenstein, einem innigen Gemenge von Sphärosiderit und Kohle erzeugt sich durch Verrennung der Kohle hauptsächlich nur Kohlenoxydgas, so dass erst nach dem vollständigen Austreiben und Verbrennen der Kohle eine höhere Oxydation des Eisenoxyduls durch die zutretende Luft stattfinden kann.

b) das oxydirend verflüchtigende Rösten, die am häufigsten angewandte Methode für Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle, um die Metalle zu oxydiren und in freie Oxyde oder Salze zu verwandeln, Schwefel und Arsen aber dampfförmig oder an Sauerstoff gebunden zu verflüchtigen.

Von dem Verhalten der Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle beim Rösten war p. 19, 34 und 41 die Rede. Dieselben enthalten im gerösteten Zustande mehr oder weniger freie Metalloxyde und schwefel-, antimon- und arsensaure Salze, selten erzeugen sich gleich Metalle (Schwefelquecksilber). Die beim Rösten verflüchtigten Substanzen können theilweise aufgefangen und nutzbar gemacht werden [Gewinnung von Schwefel aus schwefelkiesreichen Erzen am Unterharze, Verwendung der schwefligen Säure vom Rösten zur Darstellung von Schwefelsäure (zu Oker, Freiberg), oder von schwefelsauren Salzen (Linz, Rheinbreitenbach), Gewinnung von arseniger Säure bei Rösten von silberhaltigem Arsen (Andreasberg) oder von Zinnerzen (Sachsen)].

Die weitere Verarbeitung der gerösteten Erze geschieht entweder auf nassem Wege durch Ausziehung der löslichen schwefelsauren Salze durch Wasser (Ziervogel's Wasserlaugerei, Zinkvitriolgewinnung am Unterharz) oder der in Wasser unlöslichen schwefelsauren Salze und Oxyde durch dampfförmige oder flüssige Säuren (Vitriolgewinnung aus gerösteten Kupfererzen zu Linz, aus geröstetem nickelhaltigen Magnetkies in Schweden etc.).

In den meisten Fällen wird das Röstgut einem reducirenden und solvirenden Schmelzen bei einer bestimmten Temperatur unterworfen. Enthält dasselbe nur Oxyde, so werden die zum Sauerstoff weniger verwandten Oxyde (p. 17) reducirt, während die schwerer reducirbaren von den Solvirungsmitteln aufgelöst und verschlackt werden (Verschmelzen gerösteter Blei- und Kupfererze). Enthält das Röstgut schwefelsaure, arsensaure und antimonsaure Salze, so bilden sich beim reducirenden Schmelzen wieder Schwefelmetalle (Leche p. 26) und Arsen- und Antimonmetalle (Speisen p. 38).

c) das reducirend verflüchtigende Rösten, wenn die beim oxydirend verflüchtigenden Rösten erzeugten schwefelsauren, arsensauren und antimonsauren Metalloxyde durch Zuschlag kohliger Substanzen (p. 26, 38) möglichst in freie Metalloxyde umgewandelt werden sollen. Man glüht das Röstgut bei beschränktem Luftzutritt einige Zeit mit gepulverter Kohle oder kohligen Substanzen, um die mit den Oxyden verbundenen Säuren zu reduciren und als schweflige, arse-

nige und antimonige Säure, sowie als Arsensuboxyd oder metallisches Arsen zu verflüchtigen. Von den chemischen Vorgängen hierbei ist das Nähere bereits angegeben (Rösten von Speisen, antimon- und arsenhaltiger Kupfererze und Kupfersteine, Kupferprobe).

d) Das chlorirend verflüchtigende Rösten bezweckt die Bildung von feuerbeständigen oder mehr oder weniger flüchtigen Chlormetallen aus Metalllegirungen (z. B. Schwarzkupfer), Schwefelmetallen (Erzen, Lechen) und Antimon- und Arsenmetallen (Speisen). Es werden alsdann entweder die feuerbeständigen Chlormetalle durch Lösungsmittel aus dem Röstgut ausgezogen, um die betreffenden Metalle aus der Lösung auszuscheiden (Chlorsilberbildung bei der Amalgamation und bei AUGUSTIN's Kochsalzlaugerei; Chlorkupfer bei BECHI's Kupfergewinnungsprozess), oder das Röstgut ist zur weiteren Verarbeitung auf trocknem Wege geeignet, nachdem beim chlorirenden Rösten schädliche Stoffe (besonders Antimon, Zink und Arsen) als flüchtige Chlorverbindungen entfernt worden (Rösten von antimon- und arsenhaltigen Kupfererzen oder Kupfersteinen etc.).

Das Verhalten der verschiedenen Metalle, Schwefel-, Arsen- und Antimonmetalle beim chlorirenden Rösten ist pag. 45 angegeben und zugleich bemerkt worden, dass zur Zerlegung des Kochsalzes eine hinreichende Menge von Schwefelsäure vorhanden oder in Form von calcinirtem Eisenvitriol beim Rösten zugesetzt werden muss, wenn es an Schwefelsäure fehlt (p. 46).

Je nach der Beschaffenheit des zu röstenden Erzes oder Productes kommen beim Rösten zwei wesentliche Modificationen vor: das Erz wird entweder in einem Flammofen zuerst für sich geröstet (oxydirendes oder Vorrösten, Abschwefeln) und dann erst mit Kochsalz und nöthigenfalls mit entwässertem Eisenvitriol fertig geröstet (chlorirendes oder Gutrösten), oder man setzt gleich zum rohen Erz Kochsalz und beginnt dann die Röstung.

α) Das Erz etc. wird erst oxydirend und dann chlorirend geröstet. Dies geschieht entweder deshalb, um einen grossen Theil derjenigen Substanzen, welche sich leicht mit Chlor verbinden und deshalb einen bedeutenden

Zuschlag von Kochsalz erfordern würden, zu verflüchtigen oder um Metalle, deren Chloration für den Prozess nicht erwünscht ist, bei der oxydirenden Röstung in freie Oxyde oder arsensaure Salze überzuführen, in welchem Zustande sie dann beim nachfolgenden chlorirenden Rösten wenig geneigt sind, Chlormetalle zu bilden. Hat man z. B. eine Verbindung von Silber, Kupfer, Kobalt und Nickel im geschwefelten und arsenicirten Zustande und sämmtliche Metalle sollen ausgebracht werden, so erzeugt man durch ein vorheriges oxydirendes Rösten möglichst schwefelsaures Silberoxyd, freies Kupferoxyd und arsensaures Kobalt- und Nickeloxydul, worauf dann beim chlorirenden Rösten nur Chlorsilber entsteht und die übrigen Substanzen von Chlor etc. wenig angegriffen werden.

Wie bereits angeführt, kann sich aus dem Röstgute selbst eine hinreichende Menge von Schwefelsäure zur Zersetzung des Kochsalzes erzeugen (z. B. in einem für die Augustin'sche Kochsalzlaugerei bestimmten Kupferstein) oder im andern Falle muss beim Gaarrösten ausser Kochsalz auch entwässerter Eisenvitriol zugeschlagen werden (Röstung einer silberhaltigen Kobaltspeise behuf der Amalgamation).

Beim oxydirenden Rösten verwandelt sich z. B. ein Kupferstein, welcher nur Schwefelkupfer, Schwefeleisen und Schwefelsilber enthält, unter Entwicklung von schwefliger Säure anfangs zum Theil in Kupferoxydul, Eisenoxyd und schwefelsaures Eisenoxydul, dann bei fortgesetzter Röstung in höherer Temperatur in freies Kupferoxyd und Eisenoxyd und nach dem Todtrösten hauptsächlich in Eisenoxyd, Kupferoxyd und schwefelsaures Silberoxyd mit geringen Mengen von schwefelsaurem Kupferoxyd und Spuren von schwefelsaurem Eisenoxyd und metallischem Silber. Beim Gaarrösten mit Kochsalz erzeugt sich dann durch Einwirkung der schwefelsauren Salze auf letzteres hauptsächlich Chlorsilber aus dem schwefelsauren Silberoxyd, während die freien Oxyde nur wenig verändert werden. Enthält der Kupferstein noch Blei, Zink, Antimon und Arsen, so bilden sich auch schwefelsaure, arsensaure und antimonsaure Metalloxyde beim oxydirenden Rösten und demnächst beim chlorirenden Rösten ausser Chlorsilber noch andere, mehr oder weniger

flüchtige Chlormetalle, welche den Process beeinträchtigen.

Sollen Kupfererze und Kupfersteine durch ein chlorirendes Rösten von Antimon und Arsen befreit werden, um demnächst ein gutes Kupfer zu geben, dann muss auch vor dem Zuschlag von Kochsalz erst oxydirend geröstet werden.

Eine Kobaltspeise, welche neben Arsennickel und Arsenkobalt Eisen, Silber und gediegen Wismuth enthalten kann, giebt beim oxydirenden Rösten unter Entwicklung von arseniger Säure hauptsächlich basisch arsensaure Metalloxyde von Nickel, Kobalt, Eisen, Wismuth und Silber und wenig metallisches Silber. Bei Zuschlag von Kochsalz und calcinirtem Eisenvitriol und bei fortgesetztem Rösten werden die arsensauren Metalloxyde theils direct durch das Kochsalz (p. 46), theils durch gasförmiges Chlor oder Salzsäure (p. 49) in Chlormetalle verwandelt, welche theilweise dampfförmig entweichen (Chloreisen, Chlorwismuth, Chlornickel, Chlorkobalt) und in diesem Zustande auf arsensaures Silberoxyd und metallisches Silber chlorirend einwirken (p. 49).

Von den chemischen Vorgängen beim Rösten armer Kupfererze mit Kochsalz nach BECCHI's Methode wird bei der Kupfergewinnung weiter die Rede sein. MARKUS[1]) bewirkt die Chloration von Silbererzen dadurch, dass dieselben unter Zumengung von Eisenkies mit Wasserdampf geröstet, dann mit einer Lösung von Chlornatrium und Kupferchlorid besprengt und sodann in einem Muffelofen bei niedriger Temperatur geglüht werden.

β) Das rohe Erz etc. wird sogleich mit Kochsalz geröstet. Dieses Verfahren kommt in Anwendung, wenn ein silberhaltiges Erz etc. frei von Metallen ist, welche auf hüttenmännischem Wege ebenfalls mit Vortheil auszubringen sind, und wenn dasselbe eine zur Zerlegung des Kochsalzes hinreichende Menge Schwefeleisen enthält, welches beim Rösten Schwefelsäure liefert.

Ein derartiges Rösten kommt z. B. bei der europäischen Amalgamation der Silbererze zu Freiberg vor, welche

1) Oester. Ztschr. 1856. N. 22.

ausser geschwefelten und arsenicirten Silbererzen erdige Gemengtheile und silberarme Schwefelkiese enthalten, die mit geringen Mengen anderer Schwefelmetalle (Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Schwefelantimon, Speiskobalt etc.) verbunden sind. Nöthigenfalls wird noch Schwefelkies zugeschlagen. Bei langsam steigender Temperatur wird das Erz mit sogleich zugesetztem Kochsalz bei Luftzutritt geröstet und es gehen zunächst die leichter oxydabeln Schwefel- und Arsenverbindungen (Schwefelkies, Arsenkies, Kupferkies) in Oxyde, schwefelsaure und arsensaure Metalloxyde über. Bei gesteigerter Temperatur entlassen die schwefelsauren Salze zum grossen Theil ihre Schwefelsäure, welche, sowie der fortwährend zutretende Sauerstoff der Luft, zur Umwandlung der schwerer oxydirbaren Schwefel- und Arsenmetalle (Schwefelsilber, Schwefelblei, Schwefelzink, Arsennickel, Arsenkobalt etc.) in Oxyde, schwefelsaure und arsensaure Metalloxyde beiträgt. Durch die entwickelte dampfförmige Schwefelsäure wird aber auch das Kochsalz zersetzt und neben der oxydirenden Wirkung findet eine chlorirende (durch Chlorgas, salzsaures Gas und flüchtige Chloride (p. 49) statt. Hat sich bei nicht zu hoher Temperatur eine hinreichende Menge von schwefelsaurem Salze nebst Chlormetallen erzeugt (in der Oxydations- oder Abschwefelungsperiode), dann verstärkt man das Feuer (Gutrösten), um die Chloration vollständig zu machen. Dabei wirkt auch das dampfförmige Kochsalz (p. 49) stark chlorirend.

Ausser Silber werden hierbei zwar auch andere Metalle in Chlormetalle verwandelt, sie sind aber im Erze überhaupt nur in geringer Menge vorhanden und man will dieselben bei diesem Prozesse meist nicht auch gewinnen.

Die chemischen Veränderungen, welche die im Röstgute enthaltenen Bestandtheile bei einer chlorirenden Röstung erleiden, je nachdem erst später oder sogleich Kochsalz zugesetzt wird, werden durch die umstehenden tabellarisch zusammengestellten Formeln verdeutlicht.[1])

---

1) Grützner, die Augustin'sche Silberextraction, 1851. p. 62, 152.

I. Zum Röstgut wird nach einiger Zeit Kochsalz zugesetzt.

Vor der Röstung	Vorrösten		Todtrösten		Gutrösten	
	Flüchtige Verbindungen	Nach und nach entstehende, nicht flüchtige Verbindungen	Flüchtige Verbindungen	Zurückbleibende Verbindungen.	Flüchtige Verbindungen	Zurückbleibende Verbindungen.
					Cl, HCl, NaCl	$\dot{Na}\dddot{S}$, NaCl
$\dot{\text{Ɛu}}$	$\ddot{S}$	$\dot{\text{Ɛu}}$, $\dot{Cu}$, $\dot{Cu}\dddot{S}$, $\dot{Cu}^{3}\dddot{S}$	$\ddot{S}$, $\dddot{S}$	$\dot{Cu}$, $\dot{Cu}^{3}\dddot{S}$	Cu Cl	$\dot{Cu}$, ƐuCl, CuCl
$\dot{Fe}$	$\ddot{S}$	$\dot{Fe}$, $\dot{Fe}\dddot{S}$, F̶e, F̶e$\dddot{S}$, F̶e$^{3}\dddot{S}$	$\ddot{S}$, $\dddot{S}$	F̶e, F̶e$^{3}\dddot{S}$	$Fe^{2}Cl^{3}$	F̶e, $Fe^{2}Cl^{3}$, Fe Cl
$\dot{Mn}$	$\ddot{S}$	$\dot{Mn}$, $\dot{Mn}\dddot{S}$, M̶n	$\ddot{S}$, $\dddot{S}$	M̶n, $\dot{Mn}\dddot{S}$	Mn Cl	M̶n, Mn Cl
$\dot{Ag}$		$\dot{Ag}$	$\ddot{S}$	$\dot{Ag}\dddot{S}$, $\dot{Ag}$	$S^{2}Cl$	AgCl
$\dot{Pb}$	$\ddot{S}$	$\dot{Pb}$, $\dot{Pb}\dddot{S}$, $\dot{Pb}$	$\ddot{S}$	$\dot{Pb}$, $\dot{Pb}\dddot{S}$, $\dot{Pb}$	PbCl, $S^{2}Cl$	$\dot{Pb}$, $\dot{Pb}\dddot{S}$, PbCl
$\dot{Zn}$	$\ddot{S}$	$\dot{Zn}$, $\dot{Zn}\dddot{S}$, $\dot{Zn}$	$\ddot{S}$, $\dddot{S}$	$\dot{Zn}^{3}\dddot{S}$, $\dot{Zn}$	ZnCl, S^{2} Cl	$\dot{Zn}$, ZnCl
S̶b	$\ddot{S}$	S̶b, Sb	S̶b	S̶b, Sb	$SbCl^{3}$, $S^{2}Cl$	S̶b, $SbCl^{3}$
Co, Ni } As	Ä̶s	$\dot{Co}$, $\dot{Ni}$ } Ä̶s, Co, Ni } As	Ä̶s	$\dot{Co}$, $\dot{Ni}$ } Ä̶s, Co, Ni } As	$AsCl^{3}$	$\dot{Co}$, $\dot{Ni}$, $\dot{Co}$, $\dot{Ni}$ } Ä̶s, Co, Ni } Cl

Vor der Röstung	[...] dem Abschwefeln			Nach dem Gutrösten		Laugen	
	sind verflüchtigt	bleiben zurück: aufgeschlossen	bleiben zurück: unaufgeschlossen	sind verflüchtigt	bleiben zurück	In concentrirter Kochsalzlauge sind davon auflöslich	Aus der Auflösung wird metallisch gefällt durch Kupfer
Na Cl (Kochsalz)		$\dot{Na}\ddot{S}$, Na Cl		Cl, Na Cl	$\dot{Na}\ddot{S}$, Na Cl	Na Cl, $\dot{Na}\ddot{S}$	
$\ddot{Fe}$ (Schwefelkies)	$\ddot{S}$	$\dot{Fe}\ddot{S}$, $\ddot{Fe}$, $\ddot{Fe}\ddot{S}$	$\dot{Fe}$	Fe^2Cl^3, S^2Cl	$\ddot{Fe}$, $\ddot{Fe}\ddot{S}$, Fe^2Cl^3, FeCl	FeCl, Fe^2Cl^3	
$\dot{Cu}\ddot{Fe}$ (Kupferkies)	$\ddot{S}$	$\dot{Fe}\ddot{S}$, $\ddot{Fe}$, $\ddot{Fe}\ddot{S}$, $\dot{Cu}$, $\dot{Cu}\ddot{S}$,	$\dot{Fe}$, $\dot{Cu}$	S^2Cl, Fe^2Cl^3, CuCl	$\dot{Cu}$, $\dot{Cu}\ddot{S}$, $\ddot{Fe}$, $\ddot{Fe}\ddot{S}$, FeCl Fe^2Cl^3, GuCl, CuCl	FeCl, Fe^2Cl^3, GuCl Cu Cl	
$\ddot{Fe}$+$FeAs^2$ (Arsenkies)	$\ddot{S}$	$\dot{Fe}\ddot{S}$, $\ddot{Fe}$, $\ddot{Fe}\ddot{S}$, $\ddot{Fe}\bar{As}$	$\dot{Fe}$, Fe As	$\bar{As}$, S^2Cl, $AsCl^3$, Fe^2Cl^3	$\ddot{Fe}$, $\ddot{Fe}\ddot{S}$, FeCl, Fe^2Cl^3, $\ddot{Fe}\bar{\bar{As}}$	FeCl, Fe^2Cl^3	
$\dot{Ag}$ (Glaserz)	$\ddot{S}$	$\dot{Ag}\ddot{S}$ } auf Kosten der übrigen schwefels. Metalloxydsalze	$\dot{Ag}$	S^2Cl	Ag Cl	Ag Cl	Ag
$\dot{Ag}^3\ddot{\bar{As}}$ } Rothgiltigerz	$\bar{As}$, $\ddot{S}$	$\dot{Ag}\ddot{S}$	$\dot{Ag}\ddot{\bar{As}}$	As Cl^3, S^2 Cl	Ag Cl	Ag Cl	Ag
$\dot{Ag}^3\ddot{\bar{Sb}}$ } Rothgiltigerz	$\ddot{\bar{Sb}}$, $\ddot{S}$	$\dot{Ag}\ddot{S}$	$\dot{Ag}\ddot{\bar{Sb}}$	Sb Cl^3, S^2 Cl	Ag Cl	Ag Cl	Ag
$\dot{Pb}$ (Bleiglanz)	$\ddot{S}$	$\dot{Pb}\ddot{S}$	$\dot{Pb}$	$\dot{P}$b, Pb Cl, S^2 Cl	$\dot{Pb}\ddot{S}$, PbCl	Pb Cl	Pb*
$\ddot{\bar{Sb}}$ (Grauspiessglanz)	$\ddot{\bar{Sb}}$	$\ddot{\bar{Sb}}$	$\ddot{\bar{Sb}}$	Sb Cl^3, S^2 Cl	$\ddot{\bar{Sb}}\ddot{\bar{Sb}}$	Sb Cl^3	Sb*
$\dot{Zn}$ (Zinkblende)	$\ddot{S}$	$\dot{Zn}$, $\dot{Zn}\ddot{S}$	$\dot{Zn}$	S^2 Cl, Zn Cl	$\dot{Zn}$, $\dot{Zn}\ddot{S}$, Zn Cl	Zn Cl	Zn*
NiAs (Nickelkies)	$\bar{As}$	$\dot{Ni}\bar{\bar{As}}$	Ni^2 As	As Cl^3	$\dot{Ni}\bar{\bar{As}}$, NiCl	Ni Cl	Ni*
$\dot{Mn}$	$\ddot{S}$	$\dot{Mn}\ddot{S}$, $\bar{\bar{Mn}}$	$\dot{Mn}$	S^2 Cl, Mn^2, Cl^3	$\bar{\bar{Mn}}$, $\bar{\bar{Mn}}\ddot{S}$, Mn Cl	Mn Cl	

NB. Die mit * bezeichneten Metalle werden nur zum Theil aus der Kochsalzlösung durch Kupfer gefällt, vollständiger aber durch Eisen.

§. 18. **Rösten von Erzen und Hüttenproducten im feinzertheilten Zustande oder in Form von Bruchstücken.**

Zweck.

Je nachdem die Röstung eines Erzes oder Hüttenproductes vollständig sein muss oder nur theilweise geschehen darf, wendet man beim Rösten verschiedene Apparate und das Erz etc. mehr in feinzertheiltem Zustande oder in Form von Bruchstücken an.

Röstgut in Pulverform.

1) **Röstung der Erze in feinzertheiltem Zustande.** Eine solche findet statt, wenn die Oxydation der Metalle und die Entfernung der flüchtigen Subtanzen möglichst vollständig geschehen muss, (z. B. bei einer reducirenden oder chlorirenden Röstung, beim ZIERVOGEL'schen Silberextractionsverfahren etc.) oder wenn die Erze etc. schon in feinzertheiltem Zustande (z. B. aus einer Aufbereitungswerkstätte) zur Anlieferung kommen. Man führt alsdann die Röstung des durch Pochen, Walzen, Mahlen etc. zerkleinten und nöthigenfalls gesiebten Erzes etc. in **Flammöfen** mit horizontalem Herd und flachem Gewölbe aus, indem man auf der Sohle das Röstgut mehrere Zoll hoch ausbreitet und dasselbe unter öfterem Umwenden und Durchkrählen entweder direct durch die Flamme oder die heissen gasförmigen Verbrennungsproducte des Brennmaterials bei Luftzutritt erhitzt, oder Herd und Gewölbe des Flammofens von aussen heizt. Man theilt danach die Röstflammöfen in solche mit directer und indirecter Flammenfeuerung (Muffelröstöfen).

Röstofen.

Die **Röstöfen mit directer Flammenfeuerung** (4. Abschn.) gestatten im Vergleich zu denen mit indirecter Feuerung eine bessere Ausnutzung des Brennmaterials, eine leichtere Regulirung der Temperatur und ein Erhitzen des Röstgutes von oben statt von unten, in welchem letzteren Falle leicht eine iSnterung eintritt. Die in den Röstraum gelangende Flamme des Brennmaterials zieht vorzugsweise am Gewölbe des Ofens wellenförmig hin, die brennbaren Gase werden durch die zutretende Luft verbrannt und dadurch das dem Luftzutritt ausgesetzte Röstgut durch die strahlende Wärme erhitzt. Sind beim Rösten fühlbare Metallverluste durch Verflüchtigung zu befürchten, so müssen die **Röstöfen mit Condensatoren** versehen sein.

Die Feuerung der Flammöfen geschieht entweder durch die Flamme eines festen Brennmaterials oder durch vorher in brennbare Gase verwandelte Brennstoffe, wonach man Zug-Flammröstöfen und Gas-Flammröstöfen unterscheidet. Letztere gestatten zwar die vollständigere Benutzung auch geringer Brennmaterialien, aber man kann in ersteren bei Röstungen, welche in verschiedenen Perioden eine Veränderung der Temperatur erfordern, diese leichter reguliren.

Die Röstöfen mit indirecter Feuerung (Muffelröstöfen) werden angewandt, wenn man die flüchtigen Röstproducte (schweflige Säure, arsenige Säure) auffangen und verwerthen will, oder wenn bei silberreichen Producten ein grosser Silberverlust durch Verflüchtigung durch die heissen gasförmigen Verbrennungsproducte des Brennmaterials zu befürchten ist.

Durch passende Combination von Oefen mit directer und indirecter Feuerung hat man die Vortheile einer bessern Ausnutzung des Brennmaterials mit der Möglichkeit, die verflüchtigten Substanzen nutzbar zu machen, vereinigt (Rösten der Blende zu Stolberg, der Leche in Freiberg).

Damit in zweckmässig construirten Flammöfen der Zweck der Röstung gehörig erreicht wird, ist es erforderlich, den Luftzutritt zum Röstgut gehörig zu reguliren, durch öfteres Wenden und Umkrählen desselben der Luft immer neue Angriffspuncte darzubieten und die Temperatur so zu leiten, dass eine Sinterung des Röstgutes nicht eintritt. Eine solche wirkt dem Zwecke der Röstung entgegen. Erze etc. mit leicht schmelzbaren Schwefel- oder Arsenmetallen (Schwefelantimon, Schwefelblei, Schwefelkupfer, Arsenkupfer) müssen öfters von den heissen Stellen nach den kälteren translocirt und häufiger umgekrählt werden, namentlich in der ersten Zeit der Röstung, wo eine lebhafte Oxydation und in Folge dessen Erhöhung der Temperatur stattfindet. Solche Erze röstet man besser in gewöhnlichen Flammöfen, als in Muffelöfen, weil in letzteren bei der Erhitzung von unten die der Sohle des Ofens zunächst liegenden Theile sintern. Substanzen, welche zum Sintern nicht geneigt sind, wie z. B. Zink-

blende, brauchen in ihrer Lage nicht so oft verändert zu werden, man könnte dadurch sogar die eingeleitete Oxydation durch die entstehende Abkühlung verzögern.

Chemische Vorgänge.

Die chemischen Veränderungen, welche feingepulverte Schwefel-, Arsen- und Antimonmetalle beim Rösten in Flammöfen erleiden, sind die S. 19, 35 u. 41 bezeichneten. Von wesentlichem Einfluss auf den Gang der Röstung und bei silberhaltigen Erzen auf den Silberverlust durch Verflüchtigung ist die Korngrösse und die Mehlhöhe der Röstpost. Nach den Versuchen von MARKUS[1]) nimmt mit der Feinheit der Zertheilung die Grösse des mechanischen Silberverlustes zu, so dass es aus diesem Grunde, sowie dem allerdings untergeordneten der Zerkleinerungskosten wichtig ist, die Zerkleinerung über eine grosse Grenze hinaus nicht zu treiben. Bei Schwefelmetallen scheint das Zerkleinern nicht so weit getrieben werden zu müssen, als bei Arsenmetallen, namentlich bei denen des Nickels und Kobalts. Versuche mit Rohlechen ergaben, dass sich bei der Röstung von Schwefelmetallen zur Bildung von schwefelsauren Salzen, besonders des Silbers, die Wirkung des oxydirenden Prozesses bei einer gewissen Kornhöhe und Temperatur auch bei ziemlich grobem Korne noch in das Innere des zu behandelnden Leches in gleichem Grade, wie bei ganz feinem Mehle, sich erstreckt, dadurch die Zerkleinerungskosten vermindert und der mechanische Silberverlust fast ganz beseitigt wird. Da Leche von ungleicher Korngrösse zu ihrer Abröstung bei gleicher Temperatur eine verschiedene Dauer erfordern, so röstet man zweckmässig nur Leche mit genau derselben Korngrösse.

Was die Höhe der einem Röstprozesse zu unterziehenden Mehllage im Flammofen betrifft, so darf dieselbe ein gewisses Maximum nicht übersteigen. Ist dieselbe zu hoch, so kann der Sauerstoff dieeinzelnen Theilchen schwieriger treffen, die Dauer der Röstung und der Brennmaterialaufwand wächst, die Entwicklung der die Oxydation befördernden Dämpfe, namentlich der schwefelsauren, wird behindert und der Erfolg der Röstung unsicher. Hinsichtlich des Silberverlustes hat sich bei Versuchen nach MARKUS heraus-

1) Oester. Zeitschr. 1858. No. 10. B. u. h. Ztg. 1858. No. 17.

gestellt, dass zur möglichst vollkommenen Bildung von schwefelsaurem Silberoxyd aus Schwefelmetallen bei gleicher Wärmemenge und bestimmter Fläche der Mehle auch eine bestimmte Mehlhöhe nöthig ist, um mit dem geringsten Abgange das grösste Silberausbringen zu erhalten. Schwerer oxydirbare Schwefelungen erfordern eine geringere Mehlhöhe, als solche, welche wegen eines hohen Schwefelgehaltes sich leicht entzünden, bei gehörigem Luftzutritt die zur Oxydation erforderliche Temperatur von selbst entwickeln und nur bis zu einem gewissen Grade abzurösten sind. Blendig-kiesige Erze röstet man besser in stärkeren Posten und verlängert lieber die Röstzeit, weil dann die Röstpost heisser und wegen vollständigen Eindringens der Luft in dieselbe die Röstung vollständiger vor sich geht.

Müssen grössere Posten verarbeitet werden, so wendet man zweckmässiger einen Flammofen von grösseren Dimensionen an, als dass man die Mehlhöhe zu gross nimmt.

Röstgu in Bruc stücke

2) Rösten der Erze in Form von Bruchstücken.[1]) Dieses Verfahren empfiehlt sich bei Erzen und Hüttenproducten, welche durch Röstung nur bis zu einem gewissen Grade zersetzt und demnächst in Schachtöfen verschmolzen werden sollen, wobei die Pulverform wenig geeignet ist. Man spart dabei gleichzeitig an Brennmaterial. Das Rösten kann in freien Haufen (Kupfererze, Bleierze, Eisensteine, Zinnzwitter etc.), in Stadeln (Kupfererze, Leche, Eisensteine etc.), in Röstgruben (Eisensteine) und in Schachtöfen (Kupfererze, Zinkblende, Eisensteine etc.) geschehen. Das Verfahren dabei besteht im Wesentlichen darin, die unterste Lage des Haufwerks durch untergelegtes und angezündetes Brennmaterial oder durch eine besondere Rostfeuerung bei Lufttritt zu erhitzen und dadurch die Röstung einzuleiten. Dieselbe pflanzt sich dann bei gehörigem Luftzug allmälig nach oben fort, indem der verbrennende Schwefel die erforderliche Temperatur liefert oder dieselbe durch eingemengte Brennmateriallagen hervorgebracht wird. Bei jedem einzelnen Bruchstücke beginnt die Oxydation an

Röstvo richtung

Verfahr

Chemisc Vorgäng

1) PLATTNER's Röstprozesse p. 169.

der Oberfläche und schreitet bei schwefelreichen Schwefelmetallen (Schwefelkies, Kupferkies) rascher nach dem Innern zu fort, als bei schwefelärmeren und dichten (Zinkblende, Leche, zinkische Ofenbrüche). Das allmälige Fortschreiten der Oxydation erklärt sich dadurch, dass die oberflächlich entwickelte schweflige Säure, welche sich in den Poren der bereits oxydirten Kruste befindet, durch Contact mit der Luft und Oxyden (p. 20) in Schwefelsäure übergeht. Diese oxydirt bereits gebildete, auf einer niedrigeren Oxydationsstufe stehende Oxyde (Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd, Kupferoxydul) höher und wirkt auch auf die Schwefelungen oxydirend ein. Dabei entstehen je nach der Verwandtschaft der Oxyde zur Schwefelsäure freie Oxyde oder mehr schwefelsaure Salze. Die immer von Neuem durch Oxydation von Schwefel oder durch Production von Schwefelsäure durch die Schwefelungen gebildete schweflige Säure verwandelt sich durch Contactwirkung immer wieder in Schwefelsäure, welche durch die poröse Kruste mehr und mehr nach innen oxydirend wirkt. Manche Erze etc., z. B. Schwefelkies, bersten in der Hitze und werden rissig, wodurch die atmosphärische Luft in grösserer Menge tiefer eindringen kann, als bei solchen, welche weder Risse noch Sprünge erhalten (Zinkblende, Leche, zinkische Ofenbrüche etc.). Der Grad der hervorzubringenden Röstung richtet sich nach dem darauf folgenden Schmelzprozess und ist meist Erfahrungssache; dadurch, sowie auch nach der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Röstgutes hat man auch die Grösse der Stücke und das Röstverfahren zu wählen. Das Resultat der Röstung sind freie Oxyde mit mehr oder weniger schwefelsauren, arsensauren und antimonsauren Salzen und unzersetzten Schwefel- und Arsenmetallen.

Die Gründe, weshalb Arsenmetalle, namentlich die des Nickels und Kobalts, sich in Stücken nur sehr unvollständig abrösten lassen, sind bereits (pag. 36) angeführt.

'erhalten ›n Erzen d Hütten- roducten.

Das Verhalten einiger Erze und Hüttenproducte beim Rösten in Bruchstücken ist nachstehendes:

Kupfererze, welche im Wesentlichen aus Kupferkies, $\dot{C}u\,\ddot{F}e$, und Schwefelkies, $\ddot{F}e$, bestehen, geben bei Luftzutritt

zunächst in Folge der Oxydation des Schwefeleisens schweflige Säure und Eisenoxydul. Erstere entweicht theils, theils geht sie durch Contact in Schwefelsäure über und erzeugt schwefelsaures Eisenoxydul, während ein Theil des Eisenoxyduls in Oxyduloxyd übergeht. Nach und nach verwandelt sich das schwefelsaure Eisenoxydul und Eisenoxyduloxyd in Eisenoxyd. Dieses bildet auf den Stücken einen porösen Ueberzug, durch welchen hindurch der Sauerstoff der Luft und die gebildeten schwefelsauren Dämpfe von Neuem das Schwefeleisen in der angegebenen Weise zersetzen, bis dasselbe ganz in Eisenoxyd mit wenig schwefelsaurem Eisenoxyd umgeändert ist. Die Einwirkung der Schwefelsäure nimmt um so mehr zu und die des atmosphärischen Sauerstoffs ab, je dicker die Eisenoxydrinde wird. Findet die aus schwefliger Säure gebildete Schwefelsäure in dem betreffenden glühenden Bruchstücke keine Gelegenheit mehr, oxydirend zu wirken oder sich mit freien Oxyden zu verbinden, dann geht sie auf ein darüber liegendes Bruchstück über und entweicht zuletzt theilweise als schweflige Säure und Schwefelsäure in die Atmosphäre, letztere Wasser aus der Luft aufnehmend und weisse Dämpfe bildend. Ist der Luftzutritt zu irgend einer Stelle während der Röstung unvollkommen, so kann die in den Poren des glühenden Eisenoxyds eingeschlossene schweflige Säure einen Theil Eisenoxyd in Oxyduloxyd verwandeln, auch schweflige Säure in Berührung mit Schwefeleisen sich in Schwefelsäure und Schwefeldampf (p. 20) zerlegen, welcher sich mit dem Schwefeleisen zu einer höhern Schwefelungsstufe, zu Magnetkies, verbindet.

Soll beim demnächstigen Verschmelzen des gerösteten Erzes das Eisen möglichst verschlackt werden, so ist es erforderlich, dass sich dasselbe im Zustande des Oxydes befinde. Dieses wird in Berührung mit Kohle zu Oxydul reducirt und als solches verschlackt. War das Eisen anfangs als Oxydul vorhanden, so reducirt es sich theilweise zu metallischem Eisen, dessen Bildung in mehrfacher Beziehung unerwünscht sein kann.

Bei der Oxydation des Schwefeleisens ändern sich nun auch andere vorhandene Schwefelungen des Kupfers, Silbers, Bleies, Zinkes, Nickels, Kobalts, Mangans etc. in

freie und neutrale oder basische schwefelsaure Metalloxyde um, welche sich zum Theil mit Wasser auslaugen lassen. Bei einem Antimongehalt entstehen unter Verflüchtigung von antimoniger Säure, welche sich theilweise auf dem Rösthaufen condensirt, in demselben eine Verbindung von antimoniger Säure mit Antimonsäure und antimonsaure Metalloxyde. Ein Arsengehalt geht theils als arsenige Säure und Arsensuboxyd in die Luft, setzt sich aber auch auf die Oberfläche des Rostes als krystallinische arsenige Säure[1]), durch Schwefelarsen häufig pomeranzgelb bis roth gefärbt, ab (Unterharz). Aus dem Schwefelkies entweicht stets ein Theil des Schwefels zu Anfang der Röstung, wo noch eine niedrigere Temperatur im Rösthaufen herrscht und dadurch seine vollständige Oxydation verhindert wird, dampfförmig und lässt sich auf der Oberfläche des Haufwerks theilweise durch Condensation gewinnen (Unterharz). Bei einem Arsengehalt des Röstgutes ist der Schwefel dann stets mit Schwefelarsen verunreinigt.

Kernrösten.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt das Kupfererz beim Rösten, wenn der Gehalt an Schwefelkupfer im Vergleich zum Schwefelkies gering ist. Es zieht sich bei zweckmässig geleiteter Röstung das Kupfer im Innern der Stücke zusammen und der kupferreichere Kern hat das Ansehen von Kupferkies oder Buntkupfererz, während die poröse Kruste von Eisenoxyd wenig oder gar kein Kupfer enthält. Der Kern besitzt den grössten Kupfergehalt an den Berührungsstellen mit dem Eisenoxyd. Dabei befindet sich der Kern nicht immer in der Mitte des gerösteten Stückes, sondern meist in dem unteren, zuweilen sogar in dem oberen Theile. Wird die Röstung soweit fortgesetzt, dass kein Anderthalbschwefeleisen, $\ddot{\overline{F}}e$, mehr vorhanden bleibt oder kein Schwefel mehr dampfförmig verflüchtigt wird, dann bildet sich neben Eisenoxyd auch etwas Kupferoxydul und der Kern nimmt die Zusammensetzung eines reichen Kupfersteins an, aus dem sich bei noch weiter fortgesetztem Rösten metallisches Kupfer ausscheiden kann. Man hat schon im vorigen Jahrhundert auf Foldals Kupferwerk in Norwegen Schwefel-

1) B. u. h. Z. 1859. S. 37.

kiese mit 3—4% Kupfergehalt in der obigen Weise absichtlich nur bis zu einem gewissen Grade abgeröstet, um den Kupfergehalt anzureichern und ein schmelzwürdiges Product zu erhalten, während die leicht zu separirende eisenoxydreiche Kruste als unhaltig weggeworfen oder auf Vitriole benutzt wird. Zur Zeit ist dieses Verfahren noch zu Agordo in den Venetianischen Alpen üblich.

Ueber die Vorgänge bei diesem sogenannten Kernrösten sind Theorien von KARSTEN[1]), WERTHER[2]) und v. LÜRZER[3]) aufgestellt, mit deren theilweiser Benutzung PLATTNER[4]) nachstehende Erklärung von diesem Prozesse gibt:

Bei Einwirkung der Luft auf die gehörig erhitzten Stücke bildet sich, nachdem bereits ein kleiner Theil Schwefel dampfförmig entwichen ist, schweflige Säure und Eisenoxydul. Erstere wird grösstentheils verflüchtigt, ein Theil verwandelt sich aber durch Contactwirkung in Schwefelsäure, welche Eisenoxyduloxyd und schwefelsaures Eisenoxydul bildet, aus dem alsdann Eisenoxyd entsteht, sowie auch aus dem Eisenoxyduloxyd bei fortgesetzter Einwirkung der Luft und der Schwefelsäure. Das weniger leicht oxydirbare und auch durch die aus dem Innern der Stücke aufsteigenden Schwefeldämpfe vor Oxydation geschützte Schwefelkupfer schmilzt und vereinigt sich mit den mit ihm in Berührung stehenden Schwefelmetallen von Schwefeleisen und Schwefelkupfer, wodurch die erzeugte Verbindung an Kupfer reicher wird. Indem nun die Luft durch die Kruste von porösem Eisenoxyd fortwährend zum Schwefeleisen tritt und die obigen Veränderungen hervorbringt, so wird die Eisenoxydkruste immer dicker und das Schwefelkupfer zieht sich mehr nach Innen. Mit dem Dickerwerden der Kruste nimmt die Einwirkung der Luft auf das Schwefeleisen ab und die Oxydation findet dann hauptsächlich durch in der porösen Kruste gebildete Schwefelsäure statt. Nach einiger Zeit findet sich unter dem Eisenoxyd ein den noch unveränderten Kern umziehendes Streifchen von dem Ansehen des Kupferkieses,

---

1) KARSTEN, System der Metallurgie III. 483.
2) ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. 58. p. 321; B. u. h. Ztg. 1853, p. 439.
3) TUNNER's Jahrb. 1853 p. 339. 1854. p. 242. B. u. h. Ztg. 1853. p. 440.
4) PLATTNER's Röstprozesse p. 195.

$\dot{Cu}\,\dddot{Fe}$; später bildet sich eine Verbindung von dem Ansehen des Buntkupfererzes $\dot{Cu}^3\,\dddot{Fe}$. So lange aus dem Innern des Stückes Schwefeldämpfe entweichen, kann eine noch weitere Concentration des Kupfers bis zur Zusammensetzung eines Kupferlechs, $\dot{Cu}$, $\dot{Fe}$, erfolgen, indem bei Zunahme der Temperatur das Schwefelkupfer in der erweichten Kiesmasse sich immer weiter nach der Mitte drängt und verschiedene Verbindungen mit Schwefeleisen eingeht. Es kommen Stücke vor, deren roher Kern von einer kupferkiesähnlichen, dann einer buntkupfererzähnlichen, dann einer kupferlechähnlichen Schicht umgeben ist, an die sich die Eisenoxydkruste anschliesst. Nach dem Aufhören der Schwefelentwicklung vertheilt sich bei hoher Temperatur das Schwefelkupfer im Schwefeleisen gleichmässig und die Oxydation des letzteren kann, ohne dass das Schwefelkupfer angegriffen wird, soweit fortschreiten, dass eine Verbindung von der Zusammensetzung des Kupferlechs entsteht. Bei weiter fortgesetzter Röstung bildet sich jetzt neben schwefliger Säure und Eisenoxydul auch Kupferoxydul. Das letztere verwandelt sich nicht früher in Kupferoxyd, als sich noch schweflige Säure entwickelt, welche dasselbe reduciren würde, und durch Einwirkung des Kupferoxyduls auf die mit ihm in Berührung befindlichen Schwefelmetalle von Kupfer und Eisen kann sich neben schwefliger Säure metallisches Kupfer ausscheiden. Der grösste Theil des Kupferoxyduls bleibt mit dem metallischen Kupfer beim Eisenoxyd zurück und geht später durch Einwirkung der Schwefelsäure in freies und schwefelsaures Kupferoxyd über. Ein gut geröstetes Stück Kupfererz kann demnach Eisenoxyd, Eisenoxyduloxyd, Kupferoxyd, schwefelsaures Kupferoxyd, Kupferoxydul und metallisches Kupfer enthalten. Je mehr $\dot{Cu}$ vorhanden ist, um so mehr metallisches Kupfer scheidet sich aus. Ein Schwefelbleigehalt veranlasst die Bildung von schwefelsaurem Bleioxyd und Bleioxyd, welches beim Eisenoxyd und den Oxyden bleibt, aber leicht Sinterungen herbeiführt und dadurch zur Bildung von Eisenoxyduloxyd beiträgt. Schwefelzink verwandelt sich in freies und schwefelsaures Zinkoxyd. Aus Schwefelsilber scheidet sich viel Silber in metallischem Zustande in den Kupferkernen aus.

Soll das Kernrösten gute Resultate liefern, so darf nach Vorstehendem die Röstung nicht zu weit getrieben werden. Bleiben in Folge mechanischer Hindernisse, z. B. durch eingemengte Erdarten oder in Folge einer zu niedrigen Temperatur Schwefelkupfertheilchen in der Eisenoxydkruste hängen, so gehen dieselben bei dem Ueberschusse der vorhandenen schwefligen Säure und Schwefelsäure in schwefelsaures Kupferoxyd über, oder es bildet sich in Folge der Einwirkung von Kupferoxydul auf Schwefelkupfer selbst metallisches Kupfer und es nimmt dann die Eisenoxydkruste von aussen nach innen an Kupfergehalt zu. Da das nach innen concentrirte Schwefelkupfer schmilzt, so kann dasselbe durch die poröse Kruste durchsickern, wodurch sich die oft beobachtete Thatsache erklärt, dass sich kupferreiche Partien im untern Theil der Stücke, ja sogar in dem obern Theil der darunter liegenden Stücke finden. Die Schwefelgewinnung beim Kernrösten ist nicht bedeutend, weil der durch die Poren des Eisenoxydes entweichende Schwefeldampf in denselben grösstentheils schon in schweflige Säure verwandelt wird. Röstöfen können mehr Schwefel geben, als freie Haufen.

Kupferschiefer

Kupferschiefer, eine Verbindung von Silicaten (hauptsächlich von Thonerde und mehr oder weniger von Kalkerde, Kali und Eisenoxydul), Carbonaten (kohlensaurer Kalk- und Talkerde) und Bitumen mit eingesprengten Kupfererzen (Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Fahlerz, Blende etc.) gewöhnlich nur mit einigen Procent Kupfer, verliert bei hinreichendem Luftzutritt beim Rösten zunächst sein Bitumen, welches von der Oberfläche eines jeden Stückes nach dem Innern zu zu Kohlensäure und Wasserdampf verbrennt. Zugleich beginnt die oxydirende Wirkung der Luft auf die Schwefelungen, und es bilden sich wie bei andern Kupfererzen, Metalloxyde und schwefelsaure Salze, namentlich gehen auch die kohlensauren Salze der Kalkerde und Talkerde in schwefelsaure über. Bei zu hoher Temperatur kann der gebildete Gyps sintern. Bei Mangel an Luftzutritt verbrennt das Bitumen meist nur zu Kohlenoxydgas und Wasserdampf. Dadurch geht die Oxydation der Stücke nach dem Innern zu langsamer von statten, indem das Kohlen-

oxydgas sowohl den zutretenden Sauerstoff aufnimmt, als auch die oxydirend wirkende Schwefelsäure in schweflige Säure und Schwefeldampf zerlegt und sich überhaupt nur wenig Schwefelsäure bildet (pag. 26). Durch Auslaugen gerösteter blendehaltiger Kupfer- und Bleierze lässt sich Zinkvitriol gewinnen.[1])

Leche.

Rohstein, im Wesentlichen aus $F''e$, $F'e$ bestehend, verhält sich wie der Schwefelkies beim anfänglichen Rösten der Kupfererze (pag. 73) und **Kupferstein**, im Wesentlichen Schwefelkupfer und Schwefeleisen, wie die beim Kernrösten gebildete kupfersteinartige Schwefelung (pag. 76).

Bleistein, gewöhnlich die Schwefelungen des Eisens, Bleies, Kupfers, Silbers, Zinks etc., auch wohl Arsen- und Antimonverbindungen enthaltend, gibt beim Rösten freie und schwefelsaure Metalloxyde. Während die Röstung des Schwefeleisens in den Stücken von Aussen nach Innen fortschreitet, verflüchtigt sich ein Theil des schwerer oxydirbaren Schwefelbleies und wird dabei durch den Sauerstoff der Luft und vorhandene Schwefelsäure in schwefelsaures Bleioxyd verwandelt, welches sich in verschiedener Gestalt als lockeres, krystallinisches, glanzloses Pulver, in traubigen Partien, in Nadeln und Blättchen im obern Theil des Rösthaufens absetzt und daselbst den Bleigehalt gegen die untern Theile erhöht. In vor der Luft geschützten Räumen setzt sich das verflüchtigte Schwefelblei als solches wohl ab und krystallisirt in Würfeln mit treppenartig vertieften Begrenzungsflächen, welche je nach der herrschenden Temperatur, dem Luftzutritt und der Anwesenheit von Schwefelsäure mehr oder weniger in schwefelsaures Bleioxyd unter Beibehaltung ihrer Form übergehen.[2]) Das Schwefelblei nimmt bei der Verflüchtigung **Silber** mit, woher es kommt, dass der Rösthaufen oben reicher an **Silber** ist, als weiter nach unten. Bei bleireichen Steinen kann ein bedeutender Blei- und Silberverlust durch Verflüchtigung entstehen. Das Silber findet sich im gerösteten Bleistein meist als schwefelsaures Silberoxyd. — **Schwefelkupfer** kann ein Gemenge von Kupferoxyd, schwefelsaurem Kupferoxyd, Kupferoxydul und metallischem Kupfer geben

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 205.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 247.

(pag. 76), Schwefeleisen neben Eisenoxyd auch viel Eisenoxyduloxyd, indem das anfangs gebildete Eisenoxyd durch dampfförmiges Schwefelblei theilweise reducirt und nicht wieder oxydirt wird, weil Bleioxyd und schwefelsaures Bleioxyd leicht damit zusammensintern. Schwefelungen von Zink, Nickel und Kobalt im Bleistein geben theils freie Oxyde, theils schwefelsaure Salze, und vorhandene Arsen- und Schwefelmetalle veranlassen die Bildung von antimon- und arsensauren Salzen.

Eisenerz

Eisenerze werden — ausser zur Auflockerung, zur Austreibung von Wasser und Kohlensäure und behuf einer höhern Oxydation vorhandenen Eisenoxyduls — auch deshalb wohl noch geröstet, um darin enthaltene Schwefel- und Arsenmetalle (Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies, Arsenkies) möglichst in Oxyde zu verwandeln, wobei aber leicht schwefelsaure und arsensaure Salze und auf eine niedrigere Schwefelungsstufe gebrachte Schwefelungen zurückbleiben. Man sucht alsdann durch Anwendung von Wasserdampf beim Rösten oder durch nachherige Verwitterungsprozesse diese so nachtheiligen Beimengungen zu entfernen.

2. Schmelzen.

Begriff v Schmelz und vo Schmelzp zessen.

§. 19. Allgemeines. Schmelzen heisst, einen festen Körper durch erhöhte Temperatur in den tropfbar flüssigen Aggregatzustand versetzen, und Schmelzprozesse nennt man diejenigen hüttenmännischen Operationen, welche das Tropfbarflüssigmachen von Erzen, Hüttenproducten, Zuschlägen etc. bezwecken, wobei diese chemisch auf einander einwirken, sich zersetzen, Metalle abgeschieden oder neue Verbindungen derselben, als: Legirungen, Arsen- und Antimonmetalle (Speisen), Schwefelmetalle (Steine, Leche) oder Oxyde und Salze (Schlacken) gebildet werden. Diese neuen Verbindungen lagern sich im flüssigen Zustande nach ihrem specifischen Gewichte über einander ab (zu unterst Metalle oder Legirungen, dann Speisen, Steine und Schlacken) und lassen sich auf diese Weise, wenn auch nicht immer scharf, von einander trennen. [1])

---

1) Lampadius, Erfahrungen über Absonderung der Körper aus schmelzenden Hüttenproducten nach ihrem specif. Gew. Erdm., J. f. ök. u. techn. Chem. IV, 92.

Für „Schmelzen" braucht man in manchen Fällen wohl den Ausdruck Durchstechen und nennt Frischprozesse alle diejenigen Schmelzprozesse, bei denen Metalle oder Metalllegirungen erzeugt werden (Glätt-, Kupfer-, Eisenfrischen).

Riess[1]) hat die Erfahrung gemacht, dass Platindraht durch den Einfluss der Electricität schon bei 245° C. schmolz und schon im vorigen Jahrhundert unterschied Franklin ein electrisches Schmelz'en von dem sonst durch die gewöhnliche Erhitzung bei höherer Temperatur erzielten Schmelzen der Metalle.

Benennung der Schmelzprozesse.

Die Schmelzprozesse, welche in Herden, Schachtöfen Flammöfen und Gefässöfen ausgeführt werden, benennt man

1) nach den zu verarbeitenden Erzen oder Hüttenproducten (Bleierz-, Stein-, Schlacken-, Krätzschmelzen).

2) nach dem Zwecke oder den verschiedenen Resultaten des Prozesses (Concentrationschmelzen).

3) nach den verschiedenen Apparaten, in welchen der Prozess vorgenommen wird, und nach deren Einrichtung (Schmelzen in Flamm- und Schachtöfen, und zwar in letzteren mit offner Brust, durch das Auge etc.).

4) nach den chemischen Gesichtspuncten, worauf dieselben beruhen (§. 20.).

Arten des Schmelzens.

§. 20. Schmelzarten. In chemischer Hinsicht unterscheidet man folgende Arten des Schmelzens:

1) das oxydirende Schmelzen, um Metalle, welche zum Sauerstoff verschiedene Verwandtschaft haben, und Verbindungen derselben in der Weise zu trennen, dass sich die mit dem Sauerstoff verwandtesten Körper oxydiren und im mehr oder weniger tropfbar flüssigen Zustande (Abzug, Bleiglätte, Kupfergaarschlacke) oder im gasförmigen Aggregatzustande (Verblasen von antimon- und arsenhaltigen Steinen und Speisen) von den weniger oder gar nicht oxydabeln Substanzen scheiden.

---

1) Pogg. Ann. XXV. 481.

Als Oxydationsmittel dienen:

a) die atmosphärische Luft (Feinbrennen des Silbers, Gaarmachen des Kupfers, Abtreiben des Werkbleies, Frischen des Roheisens).

b) manche Metalloxyde, namentlich Kupferoxyd (Reinigung des Kupfers nach THOMSON's Methode), Braunstein (beim Eisenfrischen) und Bleioxyd. Letzteres hat die Eigenschaft, Sauerstoff an leicht oxydirbare Metalle abzugeben und sich alsdann mit den gebildeten Oxyden zu vereinigen, zu verschlacken. Dabei wird ein Theil des Bleies reducirt, welcher die weniger oder gar nicht oxydabeln Metalle und, wenn die angewandte Quantität Bleioxyd nicht zur vollständigen Oxydation der leichter oxydabeln Metalle hinreichte, auch einen Theil dieser aufnimmt. Aehnlich wie auf Metalle wirkt auch das Bleioxyd auf Schwefelmetalle ein (p. 32). Zuweilen wendet man statt des Bleioxyds metallisches Blei an, welches sich dann bei dem oxydirenden Schmelzen in Oxyd verwandelt (Verschmelzen von Silbererzen etc. mit Producten der Treibarbeit, Gaarmachen von Glimmerkupfer mit Blei).

c) manche Metallsalze, als kieselsaures und schwefelsaures Bleioxyd, schwefelsaures Eisenoxydul und Kupferoxyd (p. 32), eisenoxydulreiche Schlacken.

d) Natron- und Kalisalpeter (Zersetzung von Chromeisenstein und arsenhaltigen Speisen).

2) das reducirende Schmelzen, wobei man mittelst gewisser Reductionsmittel, als Kohle (p. 16), Kohlenoxydgas (p. 16), Kohlenwasserstoff (p. 16) und Wasserstoff (p. 18) auf Metalloxyde und Metallsalze eine reducirende Wirkung hervorbringt (Verschmelzen der Eisensteine, des Zinnsteins, französisches Bleierzschmelzen, Glättefrischen etc.).

3) das auflösende, solvirende oder verschlakkende Schmelzen kommt in Anwendung, wenn entweder sämmtliche Bestandtheile des Schmelzgutes sich gegenseitig auflösen und zu einer neuen Verbindung zusammengehen sollen (Darstellung von Smalteglas durch Zusammenschmelzen von Kieselerde, Potasche und gut gerösteten Kobalterzen), oder wenn man gewisse Bestandtheile durch zugesetzte Auflösungsmittel

ausziehen und abscheiden will. In letzterem Falle gehen den Schmelzprozessen häufig Röstprozesse voran.

Als Auflösungsmittel pflegt man anzuwenden:

a) Kieselerde, meist in Gestalt von Quarz (Verschmelzen gerösteter quarziger Kupferkiese).

b) Kieselsaure Verbindungen (Silicate) und zwar entweder natürliche (Thon, Thonschiefer, Hornblende etc.), oder künstliche (Schlacken), welche noch Metalloxyde oder Kieselerde aufzunehmen vermögen (Verschmelzen der gerösteten Bleierze, Kupfererze, Eisensteine etc.).

c) Alkalische und alkalisch erdige Substanzen. Nach Berthier lösen kohlensaures Natron und Kali, ausser Kalkerde, Talkerde, Thonerde und Eisenoxyd, die meisten Oxyde zu leichtflüssigen Verbindungen theilweise (Zinkoxyd) oder ganz auf (Eisenoxydul, Kupferoxydul und Oxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Zinnoxyd); Borax (doppelt borsaures Natron) löst die meisten feuerbeständigen Säuren und Metalloxyde auf, Flussspath und Kalk besonders Kieselerde und kieselsaure Verbindungen.

d) Gewisse Metalle und Metalloxyde, namentlich Bleioxyd und Blei[1]), welches letztere gold- und silberhaltige Schwefelungen in der Weise zerlegt, dass sich unter Bildung von Schwefelblei ein goldsilberhaltiges Blei erzeugt. Schwefeleisen wird davon nicht, Schwefelkupfer nur unvollständig zerlegt. Hierher gehört auch das Ausziehen des Silbers und Goldes aus metallischem Kupfer mittelst Bleies (Kupferfrischen).

e) Schwefelmetalle, namentlich Schwefeleisen (Schwefelkies, Magnetkies), welche beim Zusammenschmelzen mit erdenreichen Silber- und Golderzen die edlen Metalle aufnehmen, während sich die Erden verschlacken.

Bei metallurgischen Prozessen ist das solvirende Schmelzen gewöhnlich mit einem reducirenden Schmelzen verbunden und geht beiden meist eine oxydirende Röstung voran. Besteht das Schmelzgut aus schwer und leicht reducirbaren Oxyden (z. B. Eisenoxydul, Manganoxydul, Kobaltoxyd,

1) Berthier, über die Wirkung des Bleies auf die Arsenik-Schwefelverbindungen des Eisens, Kobalts, Arsens und Kupfers. Erdm., J. f. pr. Ch. X, 13.

Soll das Kernrösten gute Resultate liefern, so darf nach Vorstehendem die Röstung nicht zu weit getrieben werden. Bleiben in Folge mechanischer Hindernisse, z. B. durch eingemengte Erdarten oder in Folge einer zu niedrigen Temperatur Schwefelkupfertheilchen in der Eisenoxydkruste hängen, so gehen dieselben bei dem Ueberschusse der vorhandenen schwefligen Säure und Schwefelsäure in schwefelsaures Kupferoxyd über, oder es bildet sich in Folge der Einwirkung von Kupferoxydul auf Schwefelkupfer selbst metallisches Kupfer und es nimmt dann die Eisenoxydkruste von aussen nach innen an Kupfergehalt zu. Da das nach innen concentrirte Schwefelkupfer schmilzt, so kann dasselbe durch die poröse Kruste durchsickern, wodurch sich die oft beobachtete Thatsache erklärt, dass sich kupferreiche Partien im untern Theil der Stücke, ja sogar in dem obern Theil der darunter liegenden Stücke finden. Die Schwefelgewinnung beim Kernrösten ist nicht bedeutend, weil der durch die Poren des Eisenoxydes entweichende Schwefeldampf in denselben grösstentheils schon in schweflige Säure verwandelt wird. Röstöfen können mehr Schwefel geben, als freie Haufen.

Kupferschiefer.

Kupferschiefer, eine Verbindung von Silicaten (hauptsächlich von Thonerde und mehr oder weniger von Kalkerde, Kali und Eisenoxydul), Carbonaten (kohlensaurer Kalk- und Talkerde) und Bitumen mit eingesprengten Kupfererzen (Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Fahlerz, Blende etc.) gewöhnlich nur mit einigen Procent Kupfer, verliert bei hinreichendem Luftzutritt beim Rösten zunächst sein Bitumen, welches von der Oberfläche eines jeden Stückes nach dem Innern zu zu Kohlensäure und Wasserdampf verbrennt. Zugleich beginnt die oxydirende Wirkung der Luft auf die Schwefelungen, und es bilden sich wie bei andern Kupfererzen, Metalloxyde und schwefelsaure Salze, namentlich gehen auch die kohlensauren Salze der Kalkerde und Talkerde in schwefelsaure über. Bei zu hoher Temperatur kann der gebildete Gyps sintern. Bei Mangel an Luftzutritt verbrennt das Bitumen meist nur zu Kohlenoxydgas und Wasserdampf. Dadurch geht die Oxydation der Stücke nach dem Innern zu langsamer von statten, indem das Kohlen-

oxydgas sowohl den zutretenden Sauerstoff aufnimmt, als auch die oxydirend wirkende Schwefelsäure in schweflige Säure und Schwefeldampf zerlegt und sich überhaupt nur wenig Schwefelsäure bildet (pag. 26). Durch Auslaugen gerösteter blendehaltiger Kupfer- und Bleierze lässt sich Zinkvitriol gewinnen.[1])

ecbe.

Rohstein, im Wesentlichen aus $\acute{F}e$, $\acute{F}e$ bestehend, verhält sich wie der Schwefelkies beim anfänglichen Rösten der Kupfererze (pag. 73) und Kupferstein, im Wesentlichen Schwefelkupfer und Schwefeleisen, wie die beim Kernrösten gebildete kupfersteinartige Schwefelung (pag. 76).

Bleistein, gewöhnlich die Schwefelungen des Eisens, Bleies, Kupfers, Silbers, Zinks etc., auch wohl Arsen- und Antimonverbindungen enthaltend, gibt beim Rösten freie und schwefelsaure Metalloxyde. Während die Röstung des Schwefeleisens in den Stücken von Aussen nach Innen fortschreitet, verflüchtigt sich ein Theil des schwerer oxydirbaren Schwefelbleies und wird dabei durch den Sauerstoff der Luft und vorhandene Schwefelsäure in schwefelsaures Bleioxyd verwandelt, welches sich in verschiedener Gestalt als lockeres, krystallinisches, glanzloses Pulver, in traubigen Partien, in Nadeln und Blättchen im obern Theil des Rösthaufens absetzt und daselbst den Bleigehalt gegen die untern Theile erhöht. In vor der Luft geschützten Räumen setzt sich das verflüchtigte Schwefelblei als solches wohl ab und krystallisirt in Würfeln mit treppenartig vertieften Begrenzungsflächen, welche je nach der herrschenden Temperatur, dem Luftzutritt und der Anwesenheit von Schwefelsäure mehr oder weniger in schwefelsaures Bleioxyd unter Beibehaltung ihrer Form übergehen.[2]) Das Schwefelblei nimmt bei der Verflüchtigung Silber mit, woher es kommt, dass der Rösthaufen oben reicher an Silber ist, als weiter nach unten. Bei bleireichen Steinen kann ein bedeutender Blei- und Silberverlust durch Verflüchtigung entstehen. Das Silber findet sich im gerösteten Bleistein meist als schwefelsaures Silberoxyd. — Schwefelkupfer kann ein Gemenge von Kupferoxyd, schwefelsaurem Kupferoxyd, Kupferoxydul und metallischem Kupfer geben

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 205.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 247.

(pag. 76), Schwefeleisen neben Eisenoxyd auch viel Eisenoxyduloxyd, indem das anfangs gebildete Eisenoxyd durch dampfförmiges Schwefelblei theilweise reducirt und nicht wieder oxydirt wird, weil Bleioxyd und schwefelsaures Bleioxyd leicht damit zusammensintern. Schwefelungen von Zink, Nickel und Kobalt im Bleistein geben theils freie Oxyde, theils schwefelsaure Salze, und vorhandene Arsen- und Schwefelmetalle veranlassen die Bildung von antimon- und arsensauren Salzen.

Eisenerz[e]

Eisenerze werden — ausser zur Auflockerung, zur Austreibung von Wasser und Kohlensäure und behuf einer höhern Oxydation vorhandenen Eisenoxyduls — auch deshalb wohl noch geröstet, um darin enthaltene Schwefel- und Arsenmetalle (Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies, Arsenkies) möglichst in Oxyde zu verwandeln, wobei aber leicht schwefelsaure und arsensaure Salze und auf eine niedrigere Schwefelungsstufe gebrachte Schwefelungen zurückbleiben. Man sucht alsdann durch Anwendung von Wasserdampf beim Rösten oder durch nachherige Verwitterungsprozesse diese so nachtheiligen Beimengungen zu entfernen.

2. Schmelzen.

Begriff v[on] Schmelz[en] und vo[n] Schmelzp[ro]zessen

§. 19. Allgemeines. Schmelzen heisst, einen festen Körper durch erhöhte Temperatur in den tropfbar flüssigen Aggregatzustand versetzen, und Schmelzprozesse nennt man diejenigen hüttenmännischen Operationen, welche das Tropfbarflüssigmachen von Erzen, Hüttenproducten, Zuschlägen etc. bezwecken, wobei diese chemisch auf einander einwirken, sich zersetzen, Metalle abgeschieden oder neue Verbindungen derselben, als: Legirungen, Arsen- und Antimonmetalle (Speisen), Schwefelmetalle (Steine, Leche) oder Oxyde und Salze (Schlacken) gebildet werden. Diese neuen Verbindungen lagern sich im flüssigen Zustande nach ihrem specifischen Gewichte über einander ab (zu unterst Metalle oder Legirungen, dann Speisen, Steine und Schlacken) und lassen sich auf diese Weise, wenn auch nicht immer scharf, von einander trennen. [1])

1) Lampadius, Erfahrungen über Absonderung der Körper aus schmelzenden Hüttenproducten nach ihrem specif. Gew. Erdm., J. f. ök. u. techn. Chem. IV, 92.

Für „Schmelzen" braucht man in manchen Fällen wohl den Ausdruck Durchstechen und nennt Frischprozesse alle diejenigen Schmelzprozesse, bei denen Metalle oder Metalllegirungen erzeugt werden (Glätt-, Kupfer-, Eisenfrischen).

Riess[1]) hat die Erfahrung gemacht, dass Platindraht durch den Einfluss der Electricität schon bei 245° C. schmolz und schon im vorigen Jahrhundert unterschied Franklin ein electrisches Schmelzen von dem sonst durch die gewöhnliche Erhitzung bei höherer Temperatur erzielten Schmelzen der Metalle.

Benennung der Schmelzprozesse.

Die Schmelzprozesse, welche in Herden, Schachtöfen Flammöfen und Gefässöfen ausgeführt werden, benennt man

1) nach den zu verarbeitenden Erzen oder Hüttenproducten (Bleierz-, Stein-, Schlacken-, Krätzschmelzen).

2) nach dem Zwecke oder den verschiedenen Resultaten des Prozesses (Concentrationschmelzen).

3) nach den verschiedenen Apparaten, in welchen der Prozess vorgenommen wird, und nach deren Einrichtung (Schmelzen in Flamm- und Schachtöfen, und zwar in letzteren mit offner Brust, durch das Auge etc.).

4) nach den chemischen Gesichtspuncten, worauf dieselben beruhen (§. 20.).

Arten des Schmelzens.

§. 20. Schmelzarten. In chemischer Hinsicht unterscheidet man folgende Arten des Schmelzens:

1) das oxydirende Schmelzen, um Metalle, welche zum Sauerstoff verschiedene Verwandtschaft haben, und Verbindungen derselben in der Weise zu trennen, dass sich die mit dem Sauerstoff verwandtesten Körper oxydiren und im mehr oder weniger tropfbar flüssigen Zustande (Abzug, Bleiglätte, Kupfergaarschlacke) oder im gasförmigen Aggregatzustande (Verblasen von antimon- und arsenhaltigen Steinen und Speisen) von den weniger oder gar nicht oxydabeln Substanzen scheiden.

1) Pogg. Ann. XXV. 481.

Als Oxydationsmittel dienen:

a) die atmosphärische Luft (Feinbrennen des Silbers, Gaarmachen des Kupfers, Abtreiben des Werkbleies, Frischen des Roheisens).

b) manche Metalloxyde, namentlich Kupferoxyd (Reinigung des Kupfers nach THOMSON's Methode), Braunstein (beim Eisenfrischen) und Bleioxyd. Letzteres hat die Eigenschaft, Sauerstoff an leicht oxydirbare Metalle abzugeben und sich alsdann mit den gebildeten Oxyden zu vereinigen, zu verschlacken. Dabei wird ein Theil des Bleies reducirt, welcher die weniger oder gar nicht oxydabeln Metalle und, wenn die angewandte Quantität Bleioxyd nicht zur vollständigen Oxydation der leichter oxydabeln Metalle hinreichte, auch einen Theil dieser aufnimmt. Aehnlich wie auf Metalle wirkt auch das Bleioxyd auf Schwefelmetalle ein (p. 32). Zuweilen wendet man statt des Bleioxyds metallisches Blei an, welches sich dann bei dem oxydirenden Schmelzen in Oxyd verwandelt (Verschmelzen von Silbererzen etc. mit Producten der Treibarbeit, Gaarmachen von Glimmerkupfer mit Blei).

c) manche Metallsalze, als kieselsaures und schwefelsaures Bleioxyd, schwefelsaures Eisenoxydul und Kupferoxyd (p. 32), eisenoxydulreiche Schlacken.

d) Natron- und Kalisalpeter (Zersetzung von Chromeisenstein und arsenhaltigen Speisen).

2) das reducirende Schmelzen, wobei man mittelst gewisser Reductionsmittel, als Kohle (p. 16), Kohlenoxydgas (p. 16), Kohlenwasserstoff (p. 16) und Wasserstoff (p. 18) auf Metalloxyde und Metallsalze eine reducirende Wirkung hervorbringt (Verschmelzen der Eisensteine, des Zinnsteins, französisches Bleierzschmelzen, Glättefrischen etc.).

3) das auflösende, solvirende oder verschlakkende Schmelzen kommt in Anwendung, wenn entweder sämmtliche Bestandtheile des Schmelzgutes sich gegenseitig auflösen und zu einer neuen Verbindung zusammengehen sollen (Darstellung von Smalteglas durch Zusammenschmelzen von Kieselerde, Potasche und gut gerösteten Kobalterzen), oder wenn man gewisse Bestandtheile durch zugesetzte Auflösungsmittel

ausziehen und abscheiden will. In letzterem Falle gehen den Schmelzprozessen häufig Röstprozesse voran.

Als Auflösungsmittel pflegt man anzuwenden:

a) Kieselerde, meist in Gestalt von Quarz (Verschmelzen gerösteter quarziger Kupferkiese).

b) Kieselsaure Verbindungen (Silicate) und zwar entweder natürliche (Thon, Thonschiefer, Hornblende etc.), oder künstliche (Schlacken), welche noch Metalloxyde oder Kieselerde aufzunehmen vermögen (Verschmelzen der gerösteten Bleierze, Kupfererze, Eisensteine etc.).

c) Alkalische und alkalisch erdige Substanzen. Nach Berthier lösen kohlensaures Natron und Kali, ausser Kalkerde, Talkerde, Thonerde und Eisenoxyd, die meisten Oxyde zu leichtflüssigen Verbindungen theilweise (Zinkoxyd) oder ganz auf (Eisenoxydul, Kupferoxydul und Oxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Zinnoxyd); Borax (doppelt borsaures Natron) löst die meisten feuerbeständigen Säuren und Metalloxyde auf, Flussspath und Kalk besonders Kieselerde und kieselsaure Verbindungen.

d) Gewisse Metalle und Metalloxyde, namentlich Bleioxyd und Blei [1]), welches letztere gold- und silberhaltige Schwefelungen in der Weise zerlegt, dass sich unter Bildung von Schwefelblei ein goldsilberhaltiges Blei erzeugt. Schwefeleisen wird davon nicht, Schwefelkupfer nur unvollständig zerlegt. Hierher gehört auch das Ausziehen des Silbers und Goldes aus metallischem Kupfer mittelst Bleies (Kupferfrischen).

e) Schwefelmetalle, namentlich Schwefeleisen (Schwefelkies, Magnetkies), welche beim Zusammenschmelzen mit erdenreichen Silber- und Golderzen die edlen Metalle aufnehmen, während sich die Erden verschlacken.

Bei metallurgischen Prozessen ist das solvirende Schmelzen gewöhnlich mit einem reducirenden Schmelzen verbunden und geht beiden meist eine oxydirende Röstung voran. Besteht das Schmelzgut aus schwer und leicht reducirbaren Oxyden (z. B. Eisenoxydul, Manganoxydul, Kobaltoxyd,

1) Berthier, über die Wirkung des Bleies auf die Arsenik-Schwefelverbindungen des Eisens, Kobalts, Arsens und Kupfers. Erdm., J. f. pr. Ch. X, 13.

Kupferoxydul, Bleioxyd) und wird dasselbe mit einer hinreichenden Menge von Auflösungsmitteln (sauren Schlacken) bei passender Temperatur einer reducirenden Schmelzung unterworfen, so werden die Oxyde der erstgenannten Art (Eisenoxydul, Manganoxydul, Kobaltoxyd) von der Schlacke aufgelöst und die der letztern Art (Kupferoxydul, Bleioxyd) zu Metall reducirt.

4) Das niederschlagende oder präcipitirende Schmelzen. Hierher gehören die Fälle, wo aus geschmolzenen Metallverbindungen, namentlich aus Schwefelungen, durch Anwendung eines Fällungsmittels ein Bestandtheil mehr oder weniger vollständig isolirt wird (p. 30). Die hauptsächlichsten Präcipitationsmittel sind: Eisen und seine oxydirten Verbindungen (Eisensteine, Eisenfrischschlacken), Kupfer, Alkalien und alkalische Erden im Gemenge mit Kohle (p. 32). In den meisten Fällen ist das präcipitirende Schmelzen mit einem solvirenden verbunden (Verschmelzen vom erdenhaltigen rohen oder gerösteten Bleiglanz mit Eisen und Schlacken.)

5) Das mischende Schmelzen kommt bei der Bildung von Legirungen (p. 14) in Betracht (Darstellung von Messing, Zusammenschmelzen von metallischem Blei und silberhaltigem Kupfer beim Kupferfrischen).

6) Das Umschmelzen, um Körpern eine andere Form zu geben, wobei sie mehr oder weniger verändert werden (Roheisen, Stückmessing), oder um sie durch Absetzenlassen nach dem specifischen Gewicht von einander zu trennen (Läutern von bleiischem Zink).

3. Sublimiren und Destilliren.

§. 21. Allgemeines. Beide Prozesse bezwecken die Trennung flüchtiger Körper von weniger flüchtigen oder feuerbeständigen Substanzen durch Erhitzen, meist in Gefässöfen). Wird der verflüchtigte Körper in festem Aggregatzustand aufgefangen, so nennt man die Operation einen Sublimationsprozess, wenn in flüssiger Gestalt, einen Destillationsprozess und die Producte Sublimate und Destillate.

Zweck.

Eintheilung dieser Prozesse.

Man unterscheidet einfache und zusammengesetzte Sublimation und Destillation, je nachdem die verflüchtigte Substanz nur als Gemengtheil in dem Erze etc. enthalten (gediegen Arsenik, Schwefelarsenik, Zinnober, Quecksilber in Gebirgsarten) oder chemisch gebunden war, so dass dieselbe zuvor durch eine besondere Behandlung frei gemacht (Arsen aus arseniger Säure durch Kohle, desgleichen Zink aus Galmei, Zerlegung von Zinnober durch Eisen, Kalk oder den Sauerstoff der Luft) oder erst gebildet werden musste (Darstellung von Realgar aus Schwefelkies und Arsenikkies).

4. Saigern und Krystallisiren.

Zweck dieser Prozesse.

§. 22. Allgemeines. Diese Prozesse beruhen auf der verschiedenen Schmelzbarkeit der Bestandtheile einer Verbindung. Bei der Saigerung schmilzt der leichtflüssigere Bestandtheil, wenn man das zuvor kalte und starre Gemenge oder Gemisch allmälig erhitzt, bei einer gewissen Temperatur aus, während der strengflüssigere Bestandtheil noch fest bleibt.[1]) (Trennung des Wismuths und Schwefelantimons von der beibrechenden Gebirgsart, des Werkbleies vom Kupfer, des Eisens vom Zinn); bei der Krystallisation scheidet sich ein Bestandtheil in mehr oder weniger krystallinischer Gestalt aus, wenn man das zuvor flüssig gemachte Gemenge allmälig und bis zu einem gewissen Grade abkühlt (Abscheidung von silberarmem Blei aus Werkblei nach PATTINSON's Methode; verschiedene Zusammensetzung des allmälig erstarrten Blicksilbers, Werkbleies, Schwarzkupfers am Rande, in der Mitte, am Boden und an der Oberfläche der Stücke, was bei Wegnahme einer Probe sehr zu berücksichtigen ist).

Zur Ausführung dieser metallurgischen Prozesse dienen hauptsächlich Herd-, Gefäss- und Flammöfen.

5. Glüheprozesse (Glühen, Tempern, Cementiren, Adouciren).

Das Wesen dieser Prozesse.

§. 23. Allgemeines. Alle diese Prozesse bestehen in einem Glühen, entweder um den zu behandelnden Stoff

1) LAMP., über Filtration leichtflüssiger Metalle. ERDM., J. f. pr. Ch. XIII, 238.

fähiger zu machen, eine andere Gestalt anzunehmen (Blechglühen, Schweissen), oder um seinen Aggregatzustand zu verändern (Tempern spröder Eisengusswaaren behuf der Verzinnung), oder um denselben durch chemische Reactionen in seinen Eigenschaften umzuwandeln (Cementiren, Adouciren).

Die Cementationsprozesse bestehen darin, dass man feste Körper (Stabeisen, silberhaltiges Gold) schichtenweise zwischen pulverförmigen Substanzen, sogenannten Cementirpulvern, in verschlossenen Gefässen glüht. Dabei findet, ohne dass Schmelzung eintritt, eine derartige Einwirkung des Cementirpulvers statt, dass entweder ein Bestandtheil des letzteren gebunden (Umwandeln des Stabeisens in Stahl durch Glühen in Kohlenpulver, Messingbildung durch Glühen von Kupfer mit Zinkerzen) oder ein Bestandtheil des der Cementation unterworfenen Körpers in fester Gestalt (Trennung des Silbers als Chlorsilber von silberhaltigem Gold durch Glühen mit chlorhaltigen Substanzen)[1]) oder in gasförmiger Gestalt abgeschieden wird (Umwandlung des Roheisens in stahlartiges hämmerbares Gusseisen oder Glühstahl durch Glühen mit Eisenoxyd).

Von den chemischen Vorgängen[2]) bei der Cementation des Eisens hat man zum Theil noch nebelhafte Begriffe. Lange Zeit wurde angenommen, dass sich die Kohle mit dem Eisen an der Oberfläche im festen Zustande verbinde und von dieser ab eine Wanderung der Kohlentheilchen nach innen in der Weise stattfinde, dass dieselben von den einzelnen Partikeln des Eisens aufgenommen und an die nächstliegenden wieder abgegeben würden. Man gibt vor dieser Theorie einer andern den Vorzug, nach welcher gasförmige Kohlenstoffverbindungen, namentlich Kohlenoxydgas — durch Einwirkung der dem Kohlenpulver adhärirenden Luft auf die Kohle beim Glühen erzeugt — auf die Oberfläche des Eisens wirken und an diese einen Theil Kohle abgeben. Dadurch

---

1) Boussingault, über Einwirkung des Salzsäuregases auf Silber in höheren Temperaturen, und Beobachtungen über die Scheidung auf trockenem Wege. Erdm., J. f. pr. Ch. II, 155.

2) Le Play und Laurent, Theorie der Cementation. Erdm., J. f. pr. Ch. XIII, 284. — Bgwfd. V, 65. — Ann. des min. XIX, 267. Hausmann, Molekularbewegungen. 1856. p. 64.

wird die Oberfläche in einen aufgelockerten Zustand versetzt, welcher dem Gase ein allmälig tieferes Eindringen in die Eisenmasse gestattet. Dass Eisen durch Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas und Cyangas gekohlt werden kann, haben DUFRENOY's[1]) und neuerdings STAMMER's[2]) und STEIN's[3]) Versuche erwiesen. Dass die erstere Theorie unwahrscheinlicher als die letztere ist, möchte der Umstand beweisen, dass sich Eisen beim Erhitzen in ausgeglühtem Kohlenpulver, welches dadurch von den absorbirten Gasarten (Ċ, CH, Luft) befreit ist, nicht in Stahl verwandelt. Nach BINKS[5]) ist zur Stahlbildung neben Kohlenstoff Stickstoff erforderlich.

Die angeführten Cementationsprozesse sind nicht zu verwechseln mit dem sogenannten **Cementiren des Kupfers**, worunter man das Ausfällen desselben aus seinen Lösungen (Cementwässern, Kupferwässern) durch andere Metalle versteht. Diese kupferhaltigen Lösungen sind Cementwässer genannt, weil sie in Berührung mit Luft kittende Eigenschaften erhalten.

Eine Art Cementiren ist das **Adouciren**, das Glühen von Roheisen zwischen sauerstoffhaltigen Körpern (z. B. Rotheisenstein, Eisenhammerschlag, wobei dasselbe unter Verbrennung von Kohlenstoff mehr oder weniger in Stabeisen (hämmerbares Gusseisen, fonte malléable) oder Stahl (TUNNER's Glühstahl) und somit in hämmerbaren Zustand übergeht.

Zweites Kapitel.

Hüttenprozesse auf nassem (hydrometallurgischem) Wege.

Allgemeines.

§. 24. **Allgemeines.** In neuerer Zeit sind an die Stelle der Hüttenprozesse auf trocknem Wege mehrfach solche auf nassem Wege getreten, indem sich dieselben hauptsächlich durch grössere Einfachheit und ein schnelleres Ausbringen der Metalle empfehlen.

1) ERDM., J. f. pr. Ch. II, 333.
2) DINGL., polyt. Journ. CXX, 430. — Polyt. Centr. 1851. p. 297.
3) DINGL., polyt. Journ. CXXI, 285. — Bgwfd. XIV, 717.
4) B. u. h. Ztg. 1859. S. 202.

1. Auflösung und Fällung.

Das Wesen dieser Prozesse.

§. 25. Allgemeines. Der erstere Prozess besteht darin, dass man die zu trennenden festen Körper durch Lösungsmittel (p. 52) tropfbar flüssig macht, und letzterer beruht darauf, dass durch Zusatz einer dritten, mit stärkerer Verwandtschaft begabten Substanz zu dieser Lösung einer der Bestandtheile wieder in fester Form ausgeschieden wird (Fällen des Silbers aus einer Silbervitriollösung durch Kupfer nach ZIERVOGEL's Methode oder bei der Goldscheidung mittelst Schwefelsäure, desgleichen aus einer Lösung von Chlorsilber in Kochsalz nach AUGUSTIN's Verfahren, Präcipitation des Platins aus königssaurer Lösung durch Salmiak, des Goldes nach PLATTNER's Methode aus Chlorgoldlösung durch Eisenvitriol oder durch Schwefelwasserstoffgas, Gewinnung von Cementkupfer durch Zerlegung von Kupfervitriol mittelst Eisens etc.).

Zuweilen bewirkt das Auflösungsmittel schon allein eine Trennung, indem es den einen Bestandtheil auflöst und den andern entweder gar nicht angreift (Scheidung des Goldes von Silber durch Schwefelsäure und Salpetersäure) oder ihn in eine unlösliche Verbindung verwandelt (Auflösen von silberhaltigem Gold oder Platin in Königswasser).

Durch gleichzeitige Anwendung von Electricität lassen sich diese Prozesse zuweilen beschleunigen.

2. Amalgamation.

Zweck der Amalgamation.

§. 26. Allgemeines. Die als metallurgischer Prozess angewandte Amalgamation bezweckt die Ausziehung des Goldes und Silbers aus Erzen und Hüttenproducten durch Quecksilber, welches damit Legirungen, sogenannte Amalgame, bildet, bei deren Erhitzen das Quecksilber sich verflüchtigt, während Gold oder Silber zurückbleiben.

Aus manchen Erzen, in denen das auszuziehende Metall in gediegenem Zustande vorhanden ist, z. B. Golderzen, lässt sich dieses durch Quecksilber direct extrahiren, wenn man Erz und Quecksilber in innige Berührung bringt (Anquicken in Mörsern und Mühlen); die Silbererze dagegen, in welchen das Silber meist gebunden vorzukommen pflegt, erfordern eine Vorbereitung, welche eine vorherige Isolirung

des Silbers bezweckt. Eine solche wird dadurch erreicht, dass man die Erze entweder mit Kochsalz röstet und das dabei gebildete Chlorsilber durch Behandlung der mit Wasser übergossenen Erze in rotirenden Fässern mittelst Eisens zerlegt (Europäische Fässeramalgamation) oder das auf nassem Wege mittelst Kupfer- und Eisenchlorids (p. 52) erzeugte Chlorsilber durch einen Theil Quecksilber selbst zersetzt (Amerikanische Haufenamalgamation). Durch Berührung der verschiedenen Metalle bei der Anwesenheit von Salzen entsteht eine den Prozess sehr fördernde galvanische Thätigkeit.

Anhang zum II. Abschnitte.

Metallverluste bei den Hüttenprozessen.

Ursprung der Metallverluste.

§. 27. Entstehung und Ermittelung der Metallverluste.[1]) Der in den Erzen etc. vorhandene Metallgehalt wird durch den Hüttenprozess niemals vollständig ausgebracht, sondern es entstehen stets Verluste entweder auf mechanischem Wege (durch Verstäuben der Erze beim Transport, Einhüllung metallhaltiger Theile in den Abfällen etc.) oder auf chemischem Wege durch Verflüchtigung, durch einen Rückhalt in den Abfällen und in den dargestellten fertigen Producten (z. B Silber im Kupfer und Blei des Handels).

Schwierigkeiten beim Ermitteln der Metallverluste.

Die Ermittelung der beständig schwankenden Metallverluste auf einem Hüttenwerke ist äusserst schwierig und oft gar nicht mit nur einiger Genauigkeit möglich, hauptsächlich

1) wegen der manchen Hüttenwerken zugestandenen, theils zu berechnenden, theils nicht zu berechnenden Zugänge (Remedien §. 31) bei der Erzübernahme, beim Probiren etc.; hierdurch entsteht oft ein Hüttenplus. So bringt man z. B. auf den Oberharzer Silberhütten ein bis mehrere Procent Plussilber aus und nur das Steigen und Fallen dieses Ueberschusses gibt unter sonst gleichen Umständen einiges Anhalten zur Beurtheilung des Prozesses.

---

1) Lamp., Handb. II. Thl., 1. Bd., p. 16. Kerl, Oberharz. Hüttenpr. 1860. p. 537.

2) wegen der Ungleichheit des Gehaltes der Producte und Abfälle und der Schwierigkeit des Probenehmens.

3) wegen der Unsicherheit der hüttenmännischen Probirmethoden selbst und

4) weil viele Producte ihrem Gewichte nach nur geschätzt oder gemessen und nicht gewogen werden.

In Betreff der Silber-, Gold-, Blei- und Kupferverluste bei Hüttenprozessen hat man z. B. folgende ältere und neuere Erfahrungen gemacht:

Silberverluste.

1) Silberverluste. Das Silber, nach PLATTNER an und für sich nicht sublimirbar, ist als Oxyd in höherer Temperatur flüchtig. Dieses geht aber bei einer gewissen Abkühlung unter Abgabe von Sauerstoff in metallisches Silber über.

Nach ELSNER [1]) verflüchtigte sich eine Probe Silber, auf einem glasirten Porzellanscherben dem Gutofenfeuer eines Porzellanofens ausgesetzt, gänzlich, ohne einen merkbaren Rückstand zu hinterlassen. Dasselbe wird auch von andern flüchtigen Substanzen (Antimon, Arsen, Zink etc.) zur Verflüchtigung auf mechanischem Wege disponirt. Besonders wahrnehmbar ist eine solche Verflüchtigung auf chemischem Wege bei Röstprozessen, wodurch ein Silberverlust bis 10 % und mehr entsteht. Bei Schmelzprozessen entstehen dadurch Silberverluste, dass das Silber bei Gegenwart von Oxyden oxydirt und dann verschlackt wird (Abtreiben).

Verluste b. oxydirend. Rösten

Nach PLATTNER [2]) kann bei Erzen von gleichem Silbergehalt der procentale Verlust an Silber beim oxydirenden Rösten verschieden ausfallen. Kiesige und von Zinkblende freie Erze mit 0,05—0,06 % Silber verloren beim Rösten im Kleinen 1—10 %, Zinkblende mit ähnlichem Silbergehalt 15—66 % Silber. Bei Ermittelung der näheren Vorgänge hierbei haben sich nachstehende Resultate ergeben:

a) der Silberverlust findet hauptsächlich auf chemischem Wege statt. Das Silber hat die Eigenschaft schon von schwacher Rothgluth an bei Luftzutritt flüchtiges Silberoxyd

---

1) Polyt. Centr. 1859. No. 5. p. 318.

2) B. u. h. Ztg. 1855. p. 287. — PLATTNER's Röstprozesse, p. 159, 184, 203, 209, 216, 237, 273.

zu geben, welches aber bei niedrigerer Temperatur seinen Sauerstoff wieder verliert (Erscheinungen beim Spratzen).

b) die Verflüchtigung von Silber scheint hauptsächlich einzutreten, wenn das im Erz befindliche Silber entweder aus seiner Verbindung mit Schwefel in den metallischen Zustand übergeht, oder bereits gebildetes Oxyd in Verbindung mit Schwefelsäure zersetzt wird, namentlich wenn Eisenoxyduloxyd oder Kupferoxydul reducirend auf schwefelsaures Silberoxyd einwirken. Am höchsten steigt der Silberverlust nach Procenten berechnet bei locker liegenden Substanzen (z. B. Zinkblende), welche von der Luft leicht durchdrungen werden können, und zwar um so höher, je geringer der Silbergehalt in denselben ist.

c) bei zunehmender Temperatur steigt der Silberverlust mit der Röstzeit.

d) der Silberverlust ist höher, wenn das Silber als schwefelsaures Silberoxyd mit freien Metalloxyden bei einer längeren starken Rösthitze in Berührung ist, als wenn arsensaures und antimonsaures Silberoxyd vorhanden sind, weil dieselben durch Metalloxyde schwieriger zerlegt werden. Für sich, also ohne Metalloxyde, einer hohen Temperatur ausgesetzt, zersetzt sich das antimonsaure Silberoxyd weit rascher als das schwefelsaure und arsensaure Salz. — Findet sich schwefelsaures Silberoxyd unter andern Metalloxyden fein zertheilt, und man verstärkt die Rösthitze hinreichend, so wird unter Entweichen von Schwefelsäure ein Theil Silberoxyd verflüchtigt, aus dem sich bei gehöriger Abkühlung metallisches Silber abscheidet, ein anderer Theil Silberoxyd bleibt aber, mit Metalloxyden oder erdigen Theilen (Quarz, Erdensilicaten) in Berührung, mit diesen verbunden.

e) was den Zustand betrifft, in welchem sich das Silber verflüchtigt, so scheint derjenige Theil des Silbers, welcher bei einer oxydirenden Röstung neben dem im Flugstaub befindlichen Silber flüchtig wird, nicht als metallisches Silber, sondern schon von schwacher Rothgluth an als Oxyd aus dem Röstgut entfernt zu sein, welches im freien Zustande bei niedriger Temperatur bald seinen Sauerstoff abgibt und bei seinem sehr fein zertheilten Zustande in den flüchtigen

Verbrennungs- und Röstproducten in die Atmosphäre geführt wird.

f) die Grösse des mechanischen Silberverlustes nimmt mit der Feinheit der Zertheilung des Röstgutes und der Verstärkung des Luftzuges, wodurch die Entwicklung von gas- und dampfförmigen Röstproducten rapide wird, zu.

Nach Vorstehendem fällt der procentale chemische Silberverlust beim Rösten silberhaltiger Substanzen in Pulverform um so grösser aus, je höher die Rösttemperatur ist, je lockerer die Substanz beim Rösten bleibt und je weniger Silberoxyd mit andern Körpern in Berührung tritt. Das Eindringen von Luft in lockeres Röstgut befördert die Verflüchtigung des Silberoxyds, welches sich entweder aus schwefelsaurem, antimonsaurem oder arsensaurem Silberoxyd abscheidet oder sich aus metallischem Silber auf Kosten der Schwefelsäure erst bildet.

(Nach Malaguti und Durocher[1]) findet sich das verflüchtigte Silber weniger in Flugstaubkammern und Ofenbrüchen, als an damit überzogenen Theilen des innern Mauerwerks der Oefen; Foetterle[2]) fand Silberkörner an den Steinen über der Rast eines Eisenhohofens. Es ist wahrscheinlich, dass sich das metallische Silber an den kälteren Stellen durch Zerlegung von verflüchtigtem Silberoxyd gebildet hat.)

Werden silberhaltige Erze oder Producte in Stücken geröstet, so findet man, dass der Silbergehalt an der Oberfläche der gerösteten Stücke um ein Weniges grösser ist, als in der Mitte. Dies kann daher rühren, dass das im Innern des Stückes verflüchtigte Silberoxyd sich auf seinem Wege in den Poren der abgekühlten Oberfläche zersetzt und metallische Silber frei wird, oder das Silberoxyd sich daselbst mit vorhandenen Metalloxyden chemisch verbindet. Bei lebhaftem Zuge, also hoher Temperatur, kann durch Entweichen des Silberoxyds in die Luft ein empfindlicher Silber-

---

1) Malaguti und Durocher, über das Vorkommen und die Gewinnung des Silbers. Deutsch von Hartmann. Quedlinburg 1851. — B. u. h. Ztg. 1850. p. 513. Ann. d. min. 4 sér. XVII. 17.

2) B. u. h. Ztg. 1853. p. 576.

verlust entstehen. Dann kann aber auch durch Sublimation eines Schwefelmetalles Silber mechanisch mit nach oben gerissen werden. So ist z. B. beim Rösten eines silberhaltigen Bleisteins in Haufen die Oberfläche desselben stets reicher an Blei und Silber, als die Mitte, weil sich aus letzterer Schwefelblei verflüchtigt, welches immer Silber mechanisch mit fortreisst. Damit hierdurch nicht zu grosse Metallverluste entstehen, darf der Bleistein nicht zu reich an Blei und Silber und der Rost nicht zu niedrig sein, damit die unten verflüchtigten Dämpfe sich in den obern Theilen wieder condensiren können. Durch das Bedecken des Rostes an den Seiten kann auch ein zu rasches Entweichen der Dämpfe hierhin vermieden werden. Man darf aber auch den Rost nicht zu hoch machen, weil sonst ein zu lebhafter Luftzug entsteht. Zu blei- und silberreiche Steine werden zweckmässig vor einer Verröstung durch Umschmelzen (Verändern) mit passenden Zuschlägen von dem grössten Theil ihres Blei- und Silbergehaltes befreit.

Beispiele. Verschiedene Schwefel- und Arsenmetalle, welche silberhaltig sind, erleiden beim Rösten einen variabeln Silberverlust, wie sich aus nachstehenden Beispielen ergibt:

Schwefeleisen, wie solches z. B. im Rohstein vorwaltend vorkommt, verliert beim Rösten in Stücken, wenn der Luftzug und die Temperatur im Rösthaufen nicht zu hoch ist, nur wenig Silber, weil die aus den untern Schichten etwa verflüchtigten Silbertheilchen sich in den darüber befindlichen kühleren Schichten wieder condensiren.

Schwefelblei gibt durch seine eigene Flüchtigkeit zur mechanischen Verflüchtigung von Silber Veranlassung. Nach Malaguti und Durocher kann der Silberverlust auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ von der Anlage an Silber steigen.

Schwefelkupfer, als Kupferstein in Stücken geröstet, gibt weniger Silberverlust durch Verflüchtigung, als beim Rösten im gepulverten Zustande im Flammofen. Ein Theil des Silbers findet sich meist in metallischem Zustande in den ausgeschiedenen Kupferkernen (S. 76), auch wohl in fein zertheiltem Zustande oder haarförmig in Blasenräumen des Kupfersteines ausgeschieden, indem das im Lech gleichzeitig vorhandene Halbschwefeleisen ($Fe^2 S$) dem Schwefel-

silber seinen Schwefelgehalt entzog. — Wird Eisenvitriol mit schwefelsaurem Silberoxyd bis zum Zersetzen geglüht, so findet man den ganzen Silbergehalt wieder, bei Kupfervitriol entsteht ein geringer Silberverlust.

Schwefelzink kann nach MALAGUTI und DUROCHER einen Silberverlust bis 70 % geben, was von PLATTNER bestätigt ist. Besonders im letzten Stadium der Röstung, wenn sich viel schwefelsaures Zinkoxyd gebildet hat, ist der Silberverlust am bedeutendsten (40—57 %). Der Grund hiervon liegt hauptsächlich darin, dass die Blende meist silberarm ist und beim Rösten sehr locker bleibt (p. 90).

Arsen- und Antimonmetalle können einen Silberverlust sowohl auf mechanischem, als auf chemischem Wege herbeiführen, indem die aus feinzertheiltem Röstgut in einem heissen Flammofen bei gehörigem Luftzutritt lebhaft entwickelten Dämpfe von arseniger und antimoniger Säure silberhaltige Theile mechanisch mit fortreissen oder bei zu hoher Temperatur ein Theil des arsensauren und antimonsauren Silberoxyds in metallisches Silber umgeändert und davon wieder ein Theil als Oxyd verflüchtigt wird. Beim Rösten von Bruchstücken wird dieser chemische Verlust um so grösser, je lockerer dieselben beim Rösten werden, je höher die Temperatur im Roste steigt und je stärker der Luftzutritt ist. TANTSCHER[1]) ermittelte bei Probeschmelzungen von Camsdorfer antimon- und arsenhaltigen Fahlerzen, welche mit Kupfernickel und Speiskobalt einbrechen, bis zum Schwarzkupfer den Silberverlust zu 21 %, wovon 2—3 % als nicht durch Verflüchtigung entstanden anzunehmen sind. Er machte dabei folgende Erfahrungen:

a) ein Silberverlust findet schon beim Schmelzen antimon- und arsenhaltiger Silbererze durch Verflüchtigung statt und er wird am grössten beim Rösten der dabei erzeugten Rohsteine und Speisen.

b) ein strenges Schmelzen und ein Nickelgehalt der Erze vermehrt den Verlust, und die Verflüchtigung wird um so stärker, je zusammengesetzter die Producte sind und je

1) KARST., Arch. 2. R. IV, 289. Bgwfd. II, 240.

stärker und anhaltender man röstet. Dass ein Nickelgehalt die Verflüchtigung des Silbers befördert, hat bereits LAMPADIUS[1]) nachgewiesen.

c) ein gemeinschaftliches Rösten ungleichartiger Producte, z. B. Steine und Speisen, geht immer ungleichartig vor sich und auch die weitere Verarbeitung solcher Producte geschieht zweckmässig getrennt.

d) nur durch Condensation der Dämpfe können die Röstverluste vermindert werden.

Nach FUCHS[2]) findet beim Glühen arsen- und antimonhaltiger Schwarzkupfer behuf der Zerkleinerung anfangs ein bedeutender Verlust an Silber und Gold statt, welcher allmälig abnimmt und gegen das Ende der Operation ganz verschwindet, jedoch bei Zusatz von Kohlenstaub wieder etwas hervortritt. Diese Verflüchtigung von Silber und Gold soll allein durch Vermittlung von flüchtigen Metallen, keineswegs aber von Schwefel, Schwefelverbindungen oder Metalloxyden, wie MALAGUTI und DUROCHER behaupten, herbeigeführt werden. In den Glüh- und Röstrückständen blieb das Verhältniss zwischen Gold und Silber ungeändert.

PARKES[3]) hat ein Verfahren angegeben, aus silberhaltigem Kupfer das Silber neben zugesetztem Zink oder Arsen durch Verflüchtigung abzuscheiden (?).

uste beim
›rirenden
Rösten.

Beim chlorirenden Rösten kann unter gewissen Umständen ein nicht unbedeutender Silberverlust durch Verflüchtigung eintreten. Das Chlorsilber verflüchtigt sich zwar nur in hoher Temperatur, ohne eine Zersetzung zu erleiden, aber dasselbe wird schon bei niedriger Temperatur durch andere leicht zu verflüchtigende Chlormetalle zur Verflüchtigung disponirt, wenn dieselben in Dampfform damit in Berührung kommen. Nach PLATTNER[4]) disponiren besonders Chlorzink, Chlorblei, Chlorkupfer, Chlorantimon und Chlorarsen das Silber zur Verflüchtigung und veranlassen,

---

1) ERDM., J. f. ök. u. techn. Ch. IV, 279; XVI. 204.
2) LIEBIG, Jahresb. 1850. p. 632.
3) Bgwfd. XV, 698. DINGL., CXXV, 448.
4) B. u. h. Ztg. 1854. p. 125. PLATTNER's Röstprozesse p. 295, 300.

dass, selbst bei Vorhandensein von Condensationskammern, Silber mit den Dämpfen dieser Verbindungen in die Atmosphäre gelangt. Weniger zu fürchten sind Chlornickel, Chlorkobalt, Chlorwismuth und Kochsalzdämpfe. Der Silberverlust steigt, je länger und je stärker man röstet.

Silberverluste auf verschiedenen Hütten.

Auf verschiedenen Hüttenwerken hat man nachstehende Erfahrungen über den Silberverlust gemacht:

Auf den Oberharzer Silberhütten wird, wie bereits (p. 88) angeführt worden, Plussilber ausgebracht, mit Ausnahme der Andreasberger Silberhütte, wo beim Verschmelzen antimon- und arsenhaltiger Silbererze mit Bleierzen ein Verlust von 1 — 1,1 % Silber gegen die Anlage stattfindet.[1])

Auf den Sächsischen Hütten fanden sich nach WINKLER bei der Freiberger Bleiarbeit von 100 Theilen in die Arbeit gegebenen Silbers 84,3 % im Werkblei, 11,6 % im Bleistein, 0,3 % in Speise und Bleiledern, 1,3 % in Ofenbrüchen und 1,5 % in den Schlacken, so dass sich der Verlust durch Verdampfung zu 1 % ergibt; nach neueren Erfahrungen betrug der Silberverlust bei einer armen Bleiarbeit im einförmigen Ofen 5,9 %, im Doppelofen 2,3 %; bei einem andern Versuche resp. 0,27 % und 0,26 %. Bei der Freiberger Bleisteinarbeit fanden 6,5 — 14 % Silberverlust statt, wovon jedoch der Metallgehalt der noch nutzbaren Nebenproducte in Abzug zu bringen ist; beim Abtreiben beträgt der Silberverlust $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ %, bei der Roharbeit nach LAMPADIUS 4 %, bei der Anreicharbeit 1,8 %. WINKLER fand ferner beim Rösten bleiischer Erze einen Silberverlust von 4,19 % und zwar war er um so grösser, je bleiärmer sich das Erz zeigte; beim Rösten von Rohstein in Flammöfen betrug er 0,57 % und in Röststätten 0,89 %. Bei der Freiberger Amalgamation bleiben 3 — 4$\frac{1}{2}$ % vom gesammten Silbervorlaufen in den Rückständen und 2 — 4 % Silberverlust finden statt durch Verflüchtigen beim Rösten, durch Erzverstäubung, durch Zurückbleiben im Quecksilber und durch Verflüchtigung beim Umschmelzen, so dass der ganze

1) KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. p. 542, 565.

Silberverlust 5—9 % und der Quecksilberverlust auf 1 Centner Amalgamirerz 1,41 Loth und auf 1 Mark ausgebrachtes Feinsilber 3,57 Loth beträgt. Der Flugstaub aus den Condensationskammern enthält 4—6 Loth Silber im Centner, wovon nach LAMPADIUS der dritte Theil an Chlor gebunden ist, der Flugstaub aus den Essen noch über 1 Loth Silber im Centner. — Bei der Speiseamalgamation zu Oberschlema soll der Silberverlust 13 % und der Quecksilberverlust auf 1 Centner Speise 1¼ Loth betragen.

Auf Ungarischen Werken zu Schmöllnitz bleiben nach WINKLER bei der Schwarzkupferamalgamation 2½ % Silber in den Rückständen bei einem totalen Verlust von 4¾ % und einem Quecksilberverlust von etwa 4 Loth pro Centner Schwarzkupfer; zu Schernovitz beträgt nach LAMPADIUS der Silbergewinn bei der Roharbeit 4,5 %, der Silberverlust bei der Anreicharbeit 4,7 %, bei der Eintränkarbeit 2 %, beim Reichtreiben auf 100 Mark Silber 12 bis 13 Loth.

Auf Böhmischen Hüttenwerken zu Przibram rechnet man nach LAMPADIUS auf 100 Mark in die Beschickung genommenen Silbers 15 Loth Silberverlust; zu Joachimsthal nach PATERA bei der Verbleiung der reichen Silbererze 5—9 %, nach MARKUS 5 %.

Bei der frühern Mansfeld'schen Kupfersteinamalgamation gingen auf jeden Centner Gaarkupfer über 2 Loth Silber oder 11—12 % vom Silberdebet verloren, wovon im Gaarkupfer etwa 1½ Loth; der Quecksilberverlust auf 1 Centner Kupferstein betrug zwischen 2 und 3 Loth. Bei einem im Jahre 1848 angestellten vergleichenden Versuche zwischen der AUGUSTIN'schen und ZIERVOGEL'schen Silberextraction enthielt der Centner Gaarkupfer resp. 25 und 34 Grän Silber; neuerdings ist der Silberrückhalt im Gaarkupfer bei letzterer Entsilberungsmethode herabgegangen. Nach KUDERNATSCH beträgt der Silberverlust bei der ZIERVOGEL'schenEntsilberungsmethode 8 %, im Gaarkupfer bleibt 1—1½ Loth Silber.

Zu Sala in Schweden ergab sich beim Rösten zinkischer Erze ein Silberverlust von 7 %.[1])

---

1) LAMP., Fortschr. 1839, p. 58.

2) Goldverluste. Beim Rösten goldhaltiger Schwefel- und Schwefelarsen-Metalle bleibt das Gold im metallischen Zustande unendlich fein zertheilt in der Hauptmasse zurück. PLATTNER [1]) fand, dass beim Rösten derartiger Substanzen unter verschiedenen Verhältnissen, bei schwacher und starker Hitze in kürzerer und längerer Zeit, nur dann ein Goldverlust stattfindet, wenn die Röstung sehr lebhaft geschieht und die flüchtigen gas- und dampfförmigen Röstproducte feine Goldtheile mit fortreissen. Eine Sublimation von Gold oder eine Verflüchtigung von oxydirtem Gold, wie beim Silber, findet nicht statt. AIDAROW [2]) bestätigt die Nichtverflüchtigung von Gold beim Rösten der Rohsteine. WINKLER [3]) fand den Goldverlust beim Rösten goldhaltiger Gemenge im Kleinen zu 3, 4—4%.

Goldverluste.

Es ist danach unerklärlich und beruht wohl in einem unrichtigen Probenehmen, einer ungenauen Gehaltsbestimmung etc., dass v. TSCHEFFKIN [4]) beim Rösten gold- und silberhaltiger Rohsteine in Stadeln und Flammöfen 2¼—28% Silber- und 32 — 100% Goldverlust erhalten konnte. Nach BECQUERELL [5]) ist der Goldverlust nicht so bedeutend, wie ihn TSCHEFFKIN annimmt.

Nach ELSNER [6]) liess eine Probe Gold, auf einem glasirten Porzellanscherben dem Gutofenfeuer eines Porzellanofens ausgesetzt, auf dem Scherben einen deutlich gelb gefärbten Anflug zurück, und durch die Loupe konnte man Kügelchen von zusammengeschmolzenem Gold erkennen.

Nach NAPIER [7]) ist es längst bekannt, dass das Gold bei sehr hoher Temperatur flüchtig ist. Aber dasselbe verflüchtigt sich auch bei dem gewöhnlichen Umschmelzen in Tiegeln, namentlich, wenn dasselbe mit Kupfer verbunden ist.

1) PLATTNER, Röstprozesse p. 127.
2) Bgwfd. XVIII, I.
3) LAMPAD., Fortschr. 1839. p. 58.
4) v. TSCHEFFKIN, über den Gold- und Silberverlust bei Röstprozessen. Weimar 1836. p. 10.
5) Bgwfd. V, 51.
6) Polyt. Centr. 1859. No. 5. p. 317.
7) Polyt. Centr. 1858. No. 14. p. 967.

Bedeckt man das zu schmelzende Gold in einem Tiegel mit Knochenasche (Capellenmehl), so wird dieselbe von verflüchtigtem Golde mit einer Purpurfarbe überzogen. In diesem Ueberzuge lassen sich mit der Loupe keine Goldkügelchen wahrnehmen, wohl aber Goldkörnchen daraus schmelzen, weshalb es unentschieden bleibt, ob das Gold fein vertheilt oder als Verbindung verflüchtigt ist.

Nach DEVILLE[1]) entweicht beim Schmelzen von goldhaltigem Platin das Gold dampfförmig und lässt sich durch Condensation der Dämpfe gewinnen.

Bleiverluste.

3) Bleiverluste. Nach FOURNET[2]) verflüchtigt sich metallisches Blei leichter als Bleioxyd; Bleiglanz schmilzt schwerer als metallisches Blei, ist aber flüchtiger. Auch ist das Blei zur Verschlackung sehr geneigt, daher die Verluste an diesem Metalle bei Hüttenprozessen oft sehr bedeutend sind.

Auf den Oberharzer Hütten (ausser der Andreasberger) beträgt der gesammte Bleiverlust beim Verhütten des Bleiglanzes 12—16%, nach VILLEFOSSE gewöhnlich 11—12%, beim Abtreiben allein 5—9%; zur St. Andreasberger Hütte, wo antimon- und arsenhaltige Erze verschmolzen werden, findet ein Verlust an Schwarzblei bis zu 68% statt.

Zu Poullaouen beträgt der Bleiverlust beim Flammofenprozess 4%, beim Schachtofenbetrieb 7%, beim Abtreiben 9%, zusammen 20%.

Zu Kremnitz ist der Bleiverlust bei der Reichverbleiung in Folge besserer Röstung der Geschicke und Erhöhung der Schachtöfen von 38 auf 10% herabgegangen.

Auf den Freiberger Hütten betrug früher der Bleiverlust bei Erzschmelzen 11,4%, bei der Bleisteinarbeit 15%; nach neueren Versuchen im einförmigen und Doppelofen resp. 18,1 und 14,1%, bei einem andern Versuche nur resp. 4,4 und 4%; zu Tarnowitz etwa 17%, zu Przibram 15½%, zu Joachimsthal pro Mark ausgebrachtes Silber 25—66 Pfund, nach MARKUS bis 5,6%, beim Abtreiben 4,5—6,6%.

1) DINGL. CLIV, 138.
2) ERDM., J. f. pr. Ch. II. No. 478.

Kupferverluste.

4) Kupferverluste. Diese entstehen weniger durch Verflüchtigung als durch Verschlackung und mechanische Einhüllung des Kupfers und des geschwefelten Kupfers. Beim chlorirenden Rösten verflüchtigen sich Kupferchlorür und Chlorid bei Luftzutritt und lässt sich ersteres als weisses, letzteres als braungelbes oder braunes Pulver condensiren.

Auf den Oberharzer Hütten beträgt der Verlust z. B. bei Verhüttung von Kupferkies $10^2/_3$ %, bei der Freiberger Bleisteinarbeit 10%, zu Fahlun früher nach BREDBERG 26,3%.

III. Abschnitt.

Von den Hüttenmaterialien.

§. 28. Allgemeines. Die hauptsächlichsten Hüttenmaterialien sind die Erze, Zuschläge und Brennmaterialien.

Erstes Kapitel.

Von den Erzen.

Erzvorkommen

§. 29. Vorkommen der Erze. In den Erzen, — den durch den Bergbau gewonnenen Erzeugnissen des Mineralreichs, welche vom Hüttenmanne zugute gemacht werden sollen, — kommen die Metalle in folgenden Zuständen vor:

1) Gediegen, aber mit andern Stoffen mechanisch verunreinigt, z. B. Wismuth, Silber, Quecksilber, Kupfer, Gold.

2) In Verbindung mit den eigentlichen Erzbildern Schwefel, Antimon und Arsen, und zwar

a) als einfache Erze, z. B. Bleiglanz $\acute{\mathrm{P}}\mathrm{b}$, Zinkblende $\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}$, Antimonsilber Ag^2Sb, Speiskobalt $CoAs^2$;

b) als Doppelerze (Schwefelsalze), z. B. Sprödglaserz $\dot{\mathrm{A}}\mathrm{g}^6\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{b}$, Kupferkies $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, Rothgiltigerz $\dot{\mathrm{A}}\mathrm{g}^3$ ($\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{b}$, $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}$), Fahlerz ($\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}$, $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, $\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}$, $\dot{\mathrm{H}}\mathrm{g}$)^4, ($\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{b}$, $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}$).

3) In Verbindung mit Sauerstoff, als:

a) basische Oxyde, Eisenglanz $\dddot{\text{Fe}}$, Rothkupfererz $\dot{\text{Cu}}$, Zinnstein $\ddot{\text{Sn}}$, Rothzinkerz $\dot{\text{Zn}}$.

b) Säuren, z. B. Arsenikblüthe $\dddot{\text{As}}$,

c) Oxydhydrate, z. B. Brauneisenstein $\dddot{\text{Fe}}^2\dot{\text{H}}^3$, Manganit $\dddot{\text{Mn}}\dot{\text{H}}$,

d) Sauerstoffsalze mit oder ohne Wassergehalt, z. B. Kupferlasur $\dot{\text{Cu}}^3\ddot{\text{C}}^2 + \dot{\text{H}}$, Bleivitriol $\dot{\text{Pb}}\dddot{\text{S}}$, Zinkglas $2\ \dot{\text{Zn}}\dddot{\text{Si}} + 3\ \dot{\text{H}}$.

4) In Verbindung mit Schwefel und Sauerstoff (Oxysulphurete), Antimonblende $2\ \dddot{\text{Sb}} + \dddot{\text{Sb}}$.

5) In Verbindung mit Salzbildern, z. B. Jodsilber Ag J, Quecksilberhornerz Hg^2Cl.

6) In Verbindung mit Salzbildern und mit Sauerstoff, z. B. Grünbleierz $3\ \dot{\text{Pb}}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{P}} + \text{Pb Cl}$, Hornblei $\dot{\text{Pb}}\ddot{\text{C}} + \text{Pb Cl}$, Atakamit $\text{Cu Cl} + 3\ \dot{\text{Cu}} + 4\ \dot{\text{H}}$.

Diese einzelnen Erzarten kommen häufig in verschiedenen Gemengen mit einander und mit tauber Gebirgsart vor. Letztere sucht man durch mechanische Aufbereitung so weit als erforderlich zu entfernen und gewinnt dabei zuweilen schon fertige Producte für den Handel, z. B. Gold, Quecksilber. Je reicher die Erze aufbereitet sind, um so leichter und billiger lassen sie sich zwar verschmelzen, allein um so grösser sind auch die mechanischen Verluste und Kosten bei der Aufbereitung. Es muss deshalb in jedem einzelnen Falle erwogen werden, ob es vortheilhafter ist, Erze mit geringerem Gehalte zu verhütten, oder die Aufbereitung mit denselben weiter zu treiben. Gewöhnlich empfiehlt sich Ersteres. Dabei ist noch zu berücksichtigen, ob die beigemengten Erden oder Gangarten dem Schmelzprozess förderlich oder schädlich sind (Spatheisenstein in den Oberharzer Bleiglanzschliegen).

[H]üttenmän[nisc]he Bezeich[nun]g der Erze.

§. 30. Bezeichnung der Erze. Der Hüttenmann bezeichnet die Erze auf verschiedene Weise, nämlich:

1) Nach dem Metalle, welches den Hauptbestandtheil ausmacht oder den grössten Werth hat, z. B. Zinnerze, Bleierze; Fahlerze können Kupfer- oder Silbererze sein.

2) Nach dem Aufbereitungsprozesse, dem die Erze unterworfen sind, und zwar:

a) Nach der Korngrösse, z. B. Stufferze, Gräupel und Schliege am Oberharz, Stufferz, Bergkern, Waschkern, Gräupel und Schlieg am Unterharz.

b) Nach dem Aufbereitungsapparate, auf welchem sie verarbeitet sind, z. B. Grabenschlieg, Untergerennschlieg, Rätterstuff.

c) Nach dem Zwischenproduct der Aufbereitung, von welchem sie erfolgten, z. B. Schlammschlieg, Afterschlieg.

3) Nach den Quantitätsverhältnissen zwischen dem eigentlichen Erze und den beibrechenden unhaltigen Theilen, z. B. Stufferz, Schurerz, Pocherz, Bergerz am Oberharze; derb; eingesprengt, angeflogen; Dürrerze.

4) Nach der beibrechenden Gangart, z. B. späthige, ochrige, kieselige, kiesige Erze.

5) Nach der Art der Zugutemachung, z. B. Rösterz, Amalgamirerz, Roherz, Zuschlagserz.

6) Nach dem Fundorte oder dem Eigenthümer der Gruben, aus welchen die Erze gefördert sind, z. B. Benennung mancher Eisensteine auf dem Harze.

§. 31. Anlieferung und Aufbewahrung der Erze. Bei Anlieferung der Erze von den Gruben oder Aufbereitungswerkstätten nach der Hütte muss auf Wohlfeilheit und Sicherheit des Transports, so wie auf Vermeidung von mechanischem Verluste gesehen werden. Der Transport geschieht entweder durch Menschen- oder Thierkraft auf der Axe, oder auf Schienenbahnen, oder zu Wasser. Die Uebernahme der Erze von Seiten der Hütte findet bei werthvolleren Erzen (Silbererzen, reicheren Kupfer- und Bleierzen) gewöhnlich dem Gewichte nach statt (z. B. Silber-, Blei- und Kupfererze am Oberharz nach Rösten à 40 Ctnr. bei nassen und 36 Ctnr. bei trocknen Schliegen), bei weniger werthvollen (Eisensteinen, armen Kupfer- und Bleierzen) dem Volumen nach, z. B. am Oberharz die Eisensteine nach Fudern à 23¾ hann. Cubikfuss, die armen Kupfer- und Bleierze am Unterharze nach Scherben à 4 Cubikfuss 526,6 Cbzll. hann. Letztere Erzarten pflegt

Transport der Erze.

Erzübernahme.

Aufbewahrung der Erze.

man dann auch, namentlich wenn sie in grösseren Stücken angeliefert sind und, ohne an Qualität zu verlieren, den Atmosphärilien ausgesetzt werden können, weniger sorgfältig aufzubewahren, gewöhnlich in freien Haufen auf dem Hütthofe, wo sie nach der Korngrösse oder nach ihrer Qualität separirt und mit Signaturen versehen werden.

Werthvollere Erze, namentlich in Schliegform angelieferte, bewahrt man in Magazinen auf, welche in einzelne Felder getheilt und mit Tafeln versehen werden, auf welchen die Qualität und Quantität der Erze näher bezeichnet ist. Reiche Silbererze hält man unter Verschluss.

Auch bringt man wohl weniger werthvolle, aber lettige und mulmige Erze (z. B. Eisensteine) unter Bedachung, damit dieselben durch Einfluss der Atmosphärilien nicht in zu kleine Stücke zerfallen, was bei der Verhüttung unerwünscht sein kann.

Man verwiegt die Erze gewöhnlich in Quantitäten von 1 oder 2 Centnern. Bei Anwendung von Brückenwagen, wo man Quantitäten von 200—300 Ctr. auf einmal wiegt, lässt sich die Arbeit des Wägens bedeutend abkürzen, z. B. zur Hütte der Wildberger Bergwerksgesellschaft im Revier Oberberg. [1])

Abliegen der Erze.

Bei manchen Erzen ist es vortheilhaft, sie vor ihrer hüttenmännischen Verarbeitung längere Zeit (bis mehrere Jahre) in Haufen dem Einfluss der Atmosphärilien auszusetzen (Abliegen, Verwittern) oder sie dabei in trockenen Jahreszeiten künstlich zu bewässern. Dadurch können in den Erzen nachstehende für die weitere Verarbeitung günstige Veränderungen in Folge eindringenden und frierenden Wassers, einer Oxydation etc. hervorgebracht werden:

1) Mit dem Erze verwachsene, unhaltige Verbindungen werden mürbe und lassen sich leicht mechanisch trennen. So fällt beim Galmei, welcher lange Zeit an der Luft gelegen hat, beim Umlegen das taube Gestein öfters von selbst ab, oder lässt sich doch, z. B. Dolomit, der fest mit dem Galmei verwachsen ist, durch Scheidefäustel leichter abtrennen. Thonige Eisensteine verhalten sich ähnlich.

1) Berggeist No. 74, 1859. p. 616.

2) Die Erze werden poröser und durch Kohlenoxydgas leichter reducirbar (Rotheisenstein, Brauneisenstein).

3) Auf niedriger Oxydationsstufe stehende Oxyde oxydiren sich höher, was für den Schmelzprozess erwünscht sein kann und womit auch gleichzeitig eine Auflockerung stattfindet. Magneteisenstein verwandelt sich in Eisenoxyd, Spatheisenstein unter Entweichen von Kohlensäure in Eisenoxydhydrat (Braunerz). Nach PLATTNER [1]) nehmen silberreiche Arsen, Nickel und Kobalt enthaltende Erze, wenn sie im zerkleinerten Zustande längere Zeit an der Luft aufbewahrt werden, unter Entwicklung von Wärme Sauerstoff und Wasser auf, wodurch sich ihr Silbergehalt vermindert, ihre Löslichkeit in Säuren aber zunimmt. Nickel und Arsen enthaltende Erze werden in feuchter Luft sehr leicht verändert. [2])

4) In Erzen, z. B. Eisensteinen, eingemengte schädliche Schwefel- und Arsenmetalle (Schwefelkies, Kupferkies, Magnetkies, Zinkblende, Arsenkies etc.) verwandeln sich in schwefelsaure Salze und arsenige Säure, welche durch Regen oder künstliche Bewässerung ausgewaschen werden. Bei Anwesenheit von kohlensaurer Kalk- und Talkerde bildet sich in Wasser löslicher Gyps und Bittersalz. Durch darauf folgendes Rösten wird der Prozess des Verwitterns noch weiter fortgesetzt, oder es erfolgt erst Röstung und dann Verwitterung.

Sind die Erze sehr dicht, so findet die Zersetzung der Schwefel- und Schwefelarsenmetalle nur unvollständig statt und man röstet solche Erze zweckmässig vor dem Verwittern an der Luft.

5) Man lässt Schwefelkies, kupferkieshaltigen Schwefelkies, Alaunerze etc. verwittern, laugt dieselben aus und gewinnt aus der Lauge Eisenvitriol, Alaun, Cementkupfer etc. [3])

Erzankauf.

Ist der Besitzer der Gruben nicht gleichzeitig der Eigenthümer der Hütte, so muss letztere entweder die Erze zu einem nach dem Metallgehalte variirenden Preise ankaufen

1) Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenm. 1843. p. 1.
2) HAUSMANN, metall. Krystallkunde 1850. p. 51.
3) Ueber Bildung der Cementwässer: Oester. Ztschr. 1860. No. 36.

(Erztaxe auf den Waleser Kupferhütten [1]), zu Freiberg [2]), Schemnitz [3]), Przibram [4]), Marseille [5]) etc. oder sie verhüttet die Erze unter gewissen Bedingungen auf Kosten der Grubenbesitzer (gewerkschaftliche Verhältnisse auf dem Oberharze). [6])

v. Banto [7]) gibt zur Ermittelung des Er- und Verkaufswerthes von Erzen nachstehende allgemeine Formeln an:

a) Wenn die Erze nur ein ausbringbares Metall enthalten:

$$f = h\left(\frac{100-a}{100}\right)\left(\frac{100+b}{100}\right) \times u\left(\frac{100-q}{100}\right) \times\left(\frac{100}{100+r}\right)\left(\frac{100}{100+p}\right) - \frac{100}{100+r}\left(d+gh\right)$$

Es bezeichnet darin

f = den freien Einlösungswerth eines Centners Erz in österr. Gulden.

h = den Metallgehalt eines Centn. Erz in Pfunden.

a = den Ausbringungs-Calo (den Manipulationsabgang) in Procenten.

b = die Gewichtszunahme pro 100 Pfd. Metall (das Gewicht der Glätte ist wegen Oxydation des Bleies, das des Urangelbs wegen Natronzusatzes stets namhaft grösser, als der ausbringbare Blei- oder Urangehalt der Erze).

u = den vollen Verkaufspreis.

q = die Differenz zwischen dem jeweiligen Verkaufspreis der Einheit u und dem Einlösungspreis.

r = den Regie- und Directionskostenbetrag in Procenten (von je 100 Gulden).

---

1) Le Play, Beschr. d. Waleser Kupferhüttenprozesse. Deutsch v. Hartmann. 1851. p. 20. Allgem. B. u. h. Ztg. 1859. No. 1.

2) Lampadius, Hüttenk. II. Thl. 1. Bd. p. 110; Wehrle, Hüttenk. I, 65—82; neuere Erztaxe: Freiberg. Jahrb. 1855. p. 119. — Lohse, Tafeln über den Betrag der Bezahlung für die in jeder vorhandenen Quantität Erzes enthaltenen Metalle an Silber, Blei, Kupfer, Nickel und Kobalt. Freiberg 1858.

3) Kraus, Jahrb. 1854. p. 78.

4) Oester. Zeitschr. 1856. No. 41.

5) Bullet. de la société de l'industrie minérale. Tom. I. p. 94.

6) Kerl, Oberh. Hüttenprozesse. 1860. p. 10.

7) Oester. Zeitschr. 1855. No. 38. Nachträge ibid. 1856. p. 39.

p = die Zinsen des Betriebscapitales nebst den Gewinnprocenten des Hüttenbesitzers.
d = die nach dem Rohgewicht sich richtenden Ausbringungskosten.
g = die nach dem Metallgehalt (pr. Pfund, Mark oder Loth) sich richtenden Darstellungskosten.

Beispiel. Es soll f für Uranerze gefunden werden, deren Werth sich nach dem Uranoxydulgehalte (h) richtet.

Es ist

a = 4 %; b = 25 Pfd.; u = 10 Guld. p. Pfd.; q = 30 %; r = $2^1/_2$ % des freien Werthes; p = 15 % (Verzinsung des Betriebscapitals = 5 %, Gewinn = 10 %); d = 25,5 Guld. pro Ctrn. Erz; g = 1,1 Guld. pro Pfd. Oxyduloxyd (die von dem Uranoxydoxydulgehalte abhängigen Darstellungskosten). Danach ist

$$f = h \times 6{,}052 - 24{,}88.$$

Setzt man h = 37 Pfd., so beträgt der Werth eines Centners Uranerz f = 37 × 6,052—24,88 = 199,04 Gldn. Nimmt man f = 0, so ist h = 4,11, d. h. die Uranerze müssen per Centner mehr als 4,11 Pfd. Uranoxyduloxyd enthalten, um einlöswürdig zu sein.

Die obige Formel lässt sich noch vereinfachen, wenn man die Multiplication des letzten Gliedes ausführt und die aus constanten Factoren bestehenden Coefficienten

$$\frac{100}{100+r} = v \text{ und } \left(\frac{100-a}{100}\right)\left(\frac{100+b}{100}\right) \times u \left(\frac{100-q}{100}\right) \left(\frac{100}{100+p}\right) - g = c$$ gesetzt werden, nämlich

$$f = v\,(hc - d)$$

b) Wenn die Erze zwei ausbringbare Metalle enthalten.

$$f = v\,(hc - o)\left[1 - \frac{N}{(hc - o) + (h'\,c' - o')}\right]$$

$$f' = v\,(h'\,c' - o')\left[1 - \frac{N}{(hc - o) + (h'\,c' - o')}\right]$$

worin

o u. o′ = den die Metalle pro Ctnr. Erz speciell treffenden Ausbringungskosten.

N = dem vollen Betrag der gemeinschaftlichen Ausbringungskosten pr. Centn. Erz.

Beispiel. Es sollen in einer Erzpost zwei Metalle, Silber und Kupfer, enthalten und zur Werthbestimmung folgende Elemente gegeben sein:

	Silber.	Kupfer.
Metallabgang in Proc.	5	4
Metallzugang	0	0
Verkaufspreis pr. Lth. Silber und pr. Pfd. Kupfer in Gulden u	1,5	0,7
Differenz zwischen dem Verkaufs- und Einlösungswerthe in % q	1,5	8
p	5	7
Metallgehalt resp. in Lth. und Pfd. h und h′	20	30
Ausbringungskosten in Gulden beim Silber pr. Loth g	0,2	—
beim Kupfer pr. Pfd. g	—	0,1
Constanter Coefficient für das Silber c	1,137.	
für das Kupfer c′	—	0,478
Regie- und Directionskosten in % r	5	5
Coefficient v	$\frac{100}{105}$	$\frac{100}{105}$
Die das Silber und Kupfer speciell betreffenden Ausbringungskosten in Gulden resp. o und o′	1,5	1
Die gemeinschaftlichen, auf die einzelnen Metalle im Verhältniss ihrer freien Werthe zu vertheilenden Ausbringungskosten pr. Cent. Erz in Gulden. N =	2	

Es ergibt sich:

Freier Werth des Silbers $f = \frac{100}{105}(20 \times 1{,}137 - 1{,}5) \times$

$$\left[1 - \frac{2}{(20 \times 1{,}173 - 1{,}5) + (30 \times 0{,}478 - 1)}\right] = 19{,}05 \text{ Guld.}$$

Freier Werth des Kupfers $f' = \frac{100}{105}(30 \times 0{,}478 - 1) \times$

$$\left[1 - \frac{2}{(20 \times 1{,}173 - 1{,}5) + (20 \times 1{,}137 - 1{,}5)}\right] = 11{,}97 \text{ Guld.}$$

Demnach Gesammtwerth des Silbers und Kupfers 31,02 Guld.

Die vorstehenden Formeln können zur Bestimmung der Erzwerthe, oder wenn diese bekannt sind, zur Bestimmung irgend eines unbekannten Factors, sowie zur Prüfung, Berichtigung und Modificirung der bestehenden Einlösungstarife dienen. Ferner lässt sich danach ermitteln, in welcher Weise sich sämmtliche in einer Erzpost enthaltenen Metalle an den gemeinschaftlichen Ausbringungskosten nach Verhältniss ihrer wirklichen Werthe zu betheiligen haben.

Hüttenremedien

Zur Deckung der bei der Anlieferung und Verarbeitung der Erze entstehenden unvermeidlichen Verluste werden wohl der Hütte von Seiten der Grube gewisse Hülfsmittel, Remedien, gestattet, wodurch sie sich für diesen Verlust entschädigen kann. Diese durch lokale Gesetze oder Gewohnheit vorgeschriebenen Abzüge oder Zusätze erschweren eine Vergleichung verschiedener Hüttenprozesse, so wie die Ermittelung der wirklichen Metallverluste und müssen dabei sorgfältig mit in Rücksicht gezogen werden, um alle Veranlassung von dadurch herbeizuführenden Irrthümern zu vermeiden.

Solche Remedien können unter Anderm vorkommen:

1) Beim Zuwägen der Erze etc., welches je nach der Grösse der in bestimmten Zeiten angelieferten Quantitäten oder nach dem Werth des Erzes mehr oder weniger genau geschieht. Auf den Oberharzer Hütten wiegt man auf einer gewöhnlichen Wage Bleiglanzschliege in einzelnen Centnern in einem eisernen Kübel aus, welcher auf der rostartig durchbrochenen Wagschale steht; nur zu St. Andreasberger Hütte werden reiche Silbererze bis auf einzelne Pfunde ausgewogen. Die Schliege von den einzelnen Gruben werden in Feldern separirt aufbewahrt. Ist bei einer Schlieglieferung der letzte Centner nicht voll, so wird er bei der nächsten ergänzt. Bei der Grösse der Schlieglieferungen und der oft beschränkten Zeit beim Auswägen können dabei zufällige Remedien entstehen, obgleich man bemüht ist, möglichst genau zu wägen. — Auf den Freiberger Hütten geschieht das Verwiegen auf gewöhnlichen Wagen in Quantitäten von

2 Centnern à 50 Kilogr. = 100 Pfd. à 100 Pfdthle., und zwar werden Erze mit einem Silbergehalte von

	1—50	Pfdthlen.	ausgewogen	bis	auf	0,1 Centner
über	50—500	"	"	"	"	1 Pfund
"	500—5000	"	"	"	"	0,1 Pfund
"	5000	"	"	"	"	0,02 Pfund.

Bei silberleeren Blei- und Kupfererzen wiegt man bis auf 0,1 Centner aus.

Bei weniger werthvollen Erzen kann man sich mit Vortheil und Zeitersparniss der Brückenwagen zur Auswägung grösserer Quantitäten auf einmal bedienen.

2) Bei der Bestimmung der Nässe in schliegförmigen Erzen. Auf den Oberharzer Silberhütten wiegt man den bei der Nässprobe zurückbleibenden trocknen Schlieg bis auf Zehntel-Centner aus. ½ Ctr. gefundene Nässe und darüber wird als ein voller Centner der Hütte zugutegerechnet, was unter ½ Ctr. ist, wird nicht in Anrechnung gebracht und geht der Grube zu Gute. Auf den Freiberger Hütten wiegt man bei der Bestimmung der Nässe bis auf 0,5 Pfd. aus.

3) Beim Probiren der Erze etc. auf Silber mittelst Abtreibens wiegt man das Silberkorn bis zu einem gewissen Minimum aus (auf den Oberharzer Hütten bis 0,5 Quint, in Freiberg bis ½ Pfundtheil); was darunter ist, geht der Hütte zu Gute. Ausserdem erwächst derselben noch ein Remedium durch den Capellenzug, d. h. die Capelle saugt beim Abtreiben immer einen geringen Theil Silber ein, welcher sich der Bestimmung entzieht. Im Grossen wird zwar auch beim Abtreiben des Werkbleies Silber vom Herd aufgenommen, dasselbe aber beim Wiederverschmelzen des Herdes gewonnen, so dass man mehr Silber ausbringen kann, als es nach der Probe der Fall sein sollte (Entstehen der Plussilber).

4) Beim Probiren auf Blei ist bei der Mangelhaftigkeit des Probirverfahrens eine gewisse Differenz gestattet, innerhalb welcher der gefundene Bleigehalt als der richtige angesehen wird, obgleich er von dem wirklichen mehr oder weniger entfernt ist.

Zweck des Probirens.

§. 32. **Probiren der Erze.** Der Hüttenmann muss sich genaue Kenntniss von dem Metallgehalte und dem Verhalten der Erze und Hüttenproducte vor ihrer Verhüttung verschaffen und zwar geschieht dies durch quantitative chemische Untersuchung einer Durchschnittsprobe auf trocknem Wege, in Probiröfen und vor dem Löthrohr, oder auf nassem Wege. Dabei ist es erlaubt, kostbarere Mittel als im Grossen zur Abscheidung des zu bestimmenden Körpers anzuwenden, wenn nur dadurch die möglichste Trennung desselben aus den Erzen etc. auf dem kürzesten Wege erreicht wird.

Man probirt die Erze

1) um sie ihrem Metallgehalt entsprechend bezahlen;

2) um nach dem gefundenen Gehalt und den bei dieser chemischen Behandlung sonst wahrgenommenen Erscheinungen den besten Weg des hüttenmännischen Zugutemachens wählen oder einen bereits bestehenden Hüttenprozess zweckentsprechend abändern und

3) den Hüttenprozess, das Ausbringen, den Metallverlust controliren zu können.

Probenehmen.

Die Resultate solcher Untersuchungen sind nur dann brauchbar, wenn die kleine Menge Probirgut, welche man zur Probe verwendet, der Zusammensetzung der grösseren Menge conform ist, von welcher die Probe genommen worden. Je nach der Qualität und Quantität der zur Untersuchung vorliegenden Erze und Producte lassen sich nachstehende Methoden beim Probenehmen unterscheiden:

1) Probenehmen von Metallen und Metalllegirungen. Nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben wendet man an:

Aushiebprobe.

a) die Aushiebprobe. Von dem zu untersuchenden Stück (Barren, Zain, König, Planche etc.) wird die zur Probe erforderliche Menge von verschiedenen Seiten, gewöhnlich von oben, unten und vom Rande, mittelst eines Hohlmeissels ausgehauen. Man plattet die einzelnen Probestückchen entweder auf einem polirten Ambos zu dünnen Blättchen aus, schneidet die erforderliche Menge Probirgut mit einer Scheere in kleinen Schnitzeln ab, probirt jedes Probestük für sich und nimmt von sämmtlichen

erhaltenen Resultaten den Durchschnittsgehalt (Oberharzer Brandsilberproben) oder man schmilzt die genommenen Probestücke, welche sich dabei chemisch nicht verändern dürfen, zusammen und bestimmt den Metallgehalt in dem erhaltenen König (Unterharzer Blicksilberprobe). So schmilzt man z. B. Aushiebe von Kupfer unter einer Decke von Kohlenpulver in Graphittiegeln, giesst das Flüssige in einen Zain und lamellirt diesen. Da die geschmolzenen Barren auf der Mitte ihrer Oberfläche mitunter eingesunken, rauh, porös und hier am leichtesten mit fremdartigen Körpern verunreinigt sind, so darf man von solchen Stellen nicht ohne Weiteres Probe nehmen, sondern muss dieselben erst reinigen oder etwa in gleichem Abstande von der Mitte und der Kante etwas tief Aussiebe machen.

Dieses Verfahren führt nicht zu genauen Resultaten, weil Legirungen an verschiedenen Stellen eine variable Zusammensetzung (p. 15, 84) haben.

Levol [1]) hat dieses Verhalten bei Legirungen des Silbers mit Kupfer und Gold bestätigt, und zwar zeigen Zaine von ersteren an den Kanten einen geringeren Feingehalt, als in der Mitte. Nach d'Arcet ist in Legirungen von Silber und Kupfer bei hohem Silbergehalt das Innere reicher, bei niederem Silbergehalt dagegen ärmer an Silber; bei den nach Aussen gelegenen Theilen findet das Umgekehrte statt.

Nach Pohl ist bei Legirungen von Blei und Zinn selbst bei der grössten Sorgfalt das während der Bereitung zuletzt Ausgegossene und das untere Ende der Stangen bleireicher als der erste Guss und das obere Ende.

Nach Kersten befindet sich im Werkblei am tiefsten Puncte mehr Kupfer und Silber, weiter oben mehr Antimon.

Nach Markus [2]) concentrirt sich im Werkblei der Silbergehalt an den am meisten abgekühlten Stellen am stärksten, nämlich oben; der niedrigste Gehalt zeigt sich um den Mittelpunct, und an den Rändern findet wieder eine merkliche Silberconcentration statt. Strauch [3]) beobachtete Aehnliches.

1) Ann. de chym. et phys. 3 sér. T. 31. p. 193; T. 39 p. 163. — Mulder, die Silberprobirmethode, deutsch von Grimm. 1859. p. 148
2) Oester. Zeitschr. 1854. p. 404; 1855. p. 44, 185.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 24.

STRENG[1]) fand die Zusammensetzung einer Ober- und Unterprobe von ungesaigertem und gesaigertem Oberharzer Blei wie folgt:

	Ungesaig. Blei.		Gesaig. Blei.	
	Oberpr.	Unterpr.	Oberpr.	Unterpr.
Kupfer	3,621	1,242	0,508	0,140
Antimon	0,274	0,153	0,090	0,057
Nickel	0,148	0,082	0,012	Spr.
Eisen	0,008	0,008	0,012	0,008
Zink	0,003	Spr.	0,002	Spr.
Blei	95,946	98,515	99,376	99,795
	100,000	100,000	100,000	100,000.

Bei Blicksilber pflegt die Unterprobe reicher an Blei zu sein, als die Oberprobe; an ersterer befinden sich zuweilen Herdtheile und das Lamelliren ist umständlich.

Auf dem Oberharze ist diese Probe beim Brandsilber noch theilweise gebräuchlich. Man nimmt von dem auf dem Teste befindlichen feingewordenen flüssigen Silber mittelst Eintauchens einer gekrümmten Zangenspitze eine Oberprobe (Tupfprobe), welche sich nach mehrmaligem Eintauchen der Zange in Gestalt eines Tropfens an dieselbe ansetzt, und nach dem Erkalten des Silbers vom Boden der Planche eine Aushiebprobe und probirt jede für sich.

In der Goldscheidungsanstalt zu Oker am Unterharze wird von Blicksilber auf die Weise Probe genommen, dass man die von den Hütten gelieferten und feinzubrennenden Blicksilber in Scheibenform auf einem Kohlenfeuer erwärmt, dann in kleine Stücke zerschlägt und von jedem Blick vom Rande (welcher feiner ist) und von der Mitte eine Probe in solcher Menge nimmt, dass man von einem 18märkigen Blick etwa 2 Loth Probirsilber erhält. Sämmtliches Probesilber von den Blicken einer Hütte wird in einem Graphittiegel zusammengeschmolzen, granulirt und davon zur Probe genommen. Ist die Blicksilberscheibe schwerer, wiegt sie z. B. 36 Mark, so nimmt man auch verhältnissmässig

1) B. u. h. Ztg. 1859. No. 2.

mehr Silber, als 2 Loth, indem man das Verhältniss ganz genau berechnet.

In Freiberg hat man diese Art des Probenehmens beim Blicksilber verlassen.

Bohrprobe.

b) Bohrprobe. Mittelst eines Bohrers, welcher durch eine Hebelvorrichtung angedrückt und mit der Hand gedreht wird, holt man von oben und unten, vom Rande und aus dem Innern des Zains etc. Bohrspähne, welche sich in dieser Form direct zum Probiren eignen.

Dieses Verfahren gibt genauere Resultate, als die Aushiebprobe, weil man Probegut aus dem Innern des Zains etc. mit erhält, auch erspart man dabei das Einschmelzen und Lamelliren und kann leicht von den Spähnen der Probe abwägen. Man erhält jedoch dabei auch keinen richtigen Durchschnitt, weshalb man dieselbe seltener bei edlen Metallen, als bei weniger werthvollen anwendet. Man hatte dieselbe z. B. in Freiberg statt der Aushiebprobe für Brandsilber eingeführt, ging aber aus obigem Grund wieder davon ab. Die dünnen Bohrspähne waren beim Abwägen zwar leicht zu zerschneiden, liessen aber bei ihrem bedeutenden Volumen leicht Verluste auf der Capelle zu. Auch erhält man bei dicken Planchen zu viel Bohrspähne, deren Gewicht oft von dem momentan zu verrechnenden Gewicht des Silbers abgeht, was nicht angenehm ist.

Dagegen ist diese Art des Probenehmens in Freiberg für Schwarzkupfer üblich, wobei man aber die obere unreine Kruste nicht berücksichtigt. Der dabei angewandte Bohrapparat besteht aus einem Hebel, welcher an dem einen Ende den Drehpunkt hat und am andern mit Gewichten beschwert ist. In einiger Entfernung vom Drehpuncte befindet sich der mit der Hand zu bewegende Bohrer. Mittelst eines über dem einarmigen Hebel befindlichen doppelarmigen lässt sich das mit Gewichten beschwerte Ende des ersteren heben, wenn man den Bohrer auf eine andere Stelle bringen will.

(Auf den Harzer Hütten nimmt man vom Schwarzkupfer auf die Weise Probe, dass man von dem glühenden Kupfer Stücke durch Hammerschläge trennt und diese dann auf einem Ambos noch weiter zerkleint.)

c) Die **Spanprobe**, hauptsächlich beim **Kupfer** in Anwendung kommend, besteht darin, dass man einen polirten Eisenstab in das flüssige Metall taucht, die daran nach dem Erkalten haftende Kruste (Span) abschlägt und lamellirt. Diese Probe ergibt gewöhnlich einen zu niedrigen Gehalt und steht der Aushiebprobe nach.

Spanprob[e]

d) **Schöpfprobe.** Man schmilzt die Legirung ein oder nimmt von der flüssigen Masse in der Weise Probe, dass man mittelst eines angewärmten Löffels umrührt, von Grund herauf etwas ausschöpft und in eine Form giesst. Nach dem Erkalten wird die Probe getheilt, lamellirt etc. Man erhält hierbei zwar einen richtigern Durchschnittsgehalt, als bei den vorher erwähnten Methoden, aber es können nur solche Legirungen angewandt werden, welche sich durchs Umschmelzen nicht verändern.

Schöpfpro[be]

Vom **Werkblei** nimmt man gewöhnlich Schöpfproben beim Auskellen desselben aus dem Stechherd, nachdem gut umgerührt ist, und giesst dasselbe in Zaine oder Halbkugelformen aus Thon oder Eisen, welche letzteren dann aber mit einem schlechten Wärmeleiter ausgekleidet sind, damit sich bei plötzlichem Erstarren nicht verschiedenartige Legirungen separiren. Sämmtliche Proben werden nochmals eingeschmolzen und das Metall etc. auf eine blanke Eisenplatte gegossen.

Nach MARKUS[1]) ist es zweckmässig, von dem flüssigen Blei im Stechherde beim Ausschöpfen aus jedem Löffel abwechselnd oben, mitten und unten eine kleine, immer gleiche Menge Probe zu nehmen und in einen Einguss zu giessen. Die Gussstücke schmilzt man zusammen in einem Graphittiegel bei einer Temperatur ein, in welcher sich alle Silberverbindungen gleichmässig lösen, rührt um, nimmt mittelst eines thonüberzogenen Löffels eine Durchschnittsschöpfprobe und zerkleinert den Rest des geschmolzenen Bleies auf einer Granulirtafel. Die Schöpfprobe wird gewogen und ganz abgetrieben und zur Controle von der Granulirprobe, je nach dem Silbergehalt des Bleies, 4—20 Probircentner abgetrieben. Schöpf- und Granalienprobe differirten bei angestellten Versuchen wenig, Aushiebproben aber bedeutend.

1) Oester. Ztschr. 1856. p. 101.

Granalienprobe.

e) Granalienprobe. Legirungen, deren Bestandtheile sich beim Einschmelzen etc. nicht oxydiren und dadurch die ursprüngliche Zusammensetzung verändern, werden zur sichersten Bestimmung ihres Durchschnittsgehaltes in einem Graphittiegel eingeschmolzen, von der gut durchgerührten Masse ein Löffel voll ausgeschöpft und in ein am besten aus Kupfer bestehendes Gefäss gegossen, in welchem warmes Wasser durch einen Besen bewegt wird. Bei zu kaltem Wasser und zu starkem Rühren erfolgen leicht hohle Granalien. Man lässt deshalb auch wohl das Wasser ganz in Ruhe und giesst das Metall durch einen Besen. Auch nimmt man die Granalien nicht gern zu fein, weil bei Zubereitung der Probe sonst leicht mechanische Verluste entstehen. Man trocknet dieselben gelinde, um eine Oxydation eines Bestandtheiles zu vermeiden. Dieses Granuliren ist einem Ausgiessen der Schöpfproben zu einem Zain vorzuziehen, weil die Granalien gleichförmiger bleiben.

In Freiberg wendet man dieses Verfahren beim Probenehmen von Brandsilber, Amalgamirsilber oder Raffinatsilber an, in Münzen bei mit Kupfer legirtem Silber und Gold.

Probenehmen von Haufwerken.

2) Probenehmen von Erzen und Hüttenproducten, welche keine Legirungen sind. Hierbei ist das Probenehmen verschieden, je nachdem das Haufwerk in Stücken oder in Schliegform vorliegt. Die Schwierigkeiten, eine richtige Durchschnittsprobe zu erhalten, steigen mit der Grösse der Haufwerke und der Verschiedenartigkeit der einzelnen Stücke und sind zuweilen so gross (z. B. bei einem Haufwerk von Kupferstein mechanisch einhüllenden Kupferschlacken), dass das Auge des Empirikers ihren wirklichen Metallgehalt durch Taxiren genauer bestimmt, als man durch eine Probe auf trocknem oder nassem Wege im Stande ist.

Haufwerk in Stücken.

a) Probenehmen bei aus einzelnen Stücken bestehenden Haufwerken.[1]) Man nimmt vom Umfang und aus der Mitte des Haufens, indem man hineingräbt, möglichst viel Stücke von verschiedenen Stellen bis zu mehre-

1) Mohr, über das hüttenmännische Probeziehen. Berggeist 1856. No. 17. — Bgwfd. I, 22.

ren Centnern (z. B. bei Eisensteinen), zerschlägt oder zerstampft die gröberen Stücke, schüttet die zerkleinte Masse zu einem konischen Haufen auf, halbirt oder viertheilt diesen, bildet aus der Hälfte etc. wieder einen Kegel und verjüngt durch Wiederholung dieser Procedur die Substanz so weit, bis man ein kleines, zum Probiren hinreichendes Quantum erhalten hat, welches dann noch besonders zugerichtet wird.

Auch breitet man wohl die zerkleinte Masse gleichförmig auf einer Fläche (Reducirungstisch) aus und nimmt aus derselben nach der Länge, Breite und Diagonale kleinere Mengen heraus. Der weggenommene Theil wird von Neuem zerkleint, mehrmals genau vermengt und wieder abgetheilt.

Ist das Haufwerk nicht gross, so durchsticht man dasselbe auch wohl nach zwei sich rechtwinklig kreuzenden Richtungen mit einem Spaten und wirft alle 5 oder 10 Spaten einen Spaten voll zur Seite (z. B. Braunstein). Die genommenen Probestücke schlägt man mit einem Hammer zu wallnussgrossen Stücken, schaufelt sie unter einander, nimmt einige Spaten voll heraus, zerschlägt sie in einem Mörser zu erbsengrossen Stücken, mengt wieder, nimmt eine Hand voll davon und zerstösst die Masse zu grobem Pulver, nimmt davon 2 — 4 Loth und reibt fein. Von Schlacken und Steinen kann man während des Prozesses, bei dem sie fallen, von jedem Abhub oder Abstechen ein kleines Stück nehmen und nachher sämmtliche Stücke zerkleinern, oder auch bei Lechen, wenn sie noch flüssig sind, nach jedem Abstechen etwas ausschöpfen und ansammeln, um es später zusammen zu schmelzen und zu granuliren oder gemengt zu zerkleinern und zu verjüngen. Von geschmolzenem Kupferstein nimmt man wohl auf die Weise Probe, dass man ein etwas abgewärmtes Stecheisen in den von Schlacken entblössten Stein hält und die daran haften bleibende dünne Kruste nach dem Erkalten abschlägt. Dieses Verfahren gibt, namentlich bei bleiischen Kupfersteinen, ein unsicheres Resultat, indem durch das Stecheisen vorhandenes Schwefelblei entschwefelt werden kann.

Zurichte der Probe

Das Zurichten der Proben besteht darin, dass man die zerkleinten Stücke noch weiter feinstampft oder zerreibt und dann durch ein passendes Sieb schlägt, welches zweck-

mässig Oeffnungen von etwa $^1/_5$ Lin. Weite hat. Dabei sucht man unter Vermeidung mechanischer Verluste durch Verstäuben Alles durchs Sieb zu schlagen. Besteht die Substanz aus einem Gemenge von spröden und geschmeidigen Stoffen (z. B. Silbererzen mit Glaserz, gediegen Silber etc.), dann kann es passend erscheinen, das Probirgut etwas zu zerkleinern und sodann durch ein Sieb zu schlagen, auf welchem die breitgedrückten geschmeidigen Stoffe oder auch die härtern grössern Erzpartikeln zurückbleiben. Man zerkleint dann das Abgesiebte weiter, siebt nochmals durch ein feineres Sieb, auf dem sich wieder feinere, früher noch mit durchgefallene geschmeidige Theilchen ansammeln. Auf diese Weise fährt man fort, bis Alles zu dem nöthigen Grad der Feinheit gebracht ist. Nachdem man sowohl das Siebfeine als auch die zähe Siebgröbe gewogen hat, bestimmt man in beiden den Metallgehalt für sich. [1])

Gemenge von spröden und geschmeidigen Körpern.

Nach MARKUS [2]) ist bei Lechen, welche Antimonmetalle (Speisen) enthalten, nach dem Absieben das aus den spröden Schwefelungen bestehende Feinere silberärmer als das gröbere, zähere Speisige. Es erfolgt bei arsenhaltigen Lechen beim Erstarren eine Concentration des Silbers, welches zum Schwefel eine grössere Verwandtschaft hat, als zum Arsen, nach oben, weil die Schwefelungen specifisch leichter sind, als die Antimonmetalle, welche letzteren nach unten gehend eine Anreicherung von Nickel und Kobalt veranlassen. Für das Probenehmen bei solchen Lechen empfiehlt MARKUS, die speisearmen von den speisereichen, sowie die silberarmen von den silberreichen zu trennen, da letztere grössere Differenzen im Silbergehalte in sich schliessen; ferner, bei der Verjüngung von den gut zerkleinten Lechen zuerst eine grössere Parthie, z. B. 5 Ctr. von einer Post von 50 Ctr., gleichmässig zu nehmen, diese feinzustampfen und erst davon den letzten Durchschnitt zu ziehen.

Sehr harte und spröde Körper muss man im

1) STERNBERGER, Bestimmung des Silbergehaltes von Erzen, welche schwer zerreibliche Mineralien führen, bei Anwendung der docimastischen Probe. Oester. Zeitschr. 1855. p. 129.

2) Oester. Zeitschr. 1855. p. 394; 1856. p. 105; 1858. No. 10.

Stahlmörser pulverisiren oder mittelst einer guten Feile Probemehl davon abnehmen. Es kann dann erforderlich sein, vor dem Abwägen des Probirgutes die hineingebrachten Eisentheilchen mit einem Magnete auszuziehen.

Brennmaterial

Brennmaterialien werden mit einer Raspel in möglichst feine Sägespäne verwandelt oder, wenn sie spröde sind, zerrieben.

Haufwerk Schliegform

b) Probenehmen bei aus Schliegen bestehenden Haufwerken. Bei Schliegen ist das Probenehmen einfacher als bei Stücken. Häufig nimmt man, wenn die Schliege in kleineren Quantitäten von 1 oder 2 Centnern verwogen werden, entweder schon von jedem einzelnen Trog, der auf die Wage gestürzt wird, oder auch nur von jeder einzelnen Abwägung eine kleine Quantität mit einem Löffel weg. Die Proben von einer Post werden dann gehörig vermengt, daraus die erforderliche Menge Probirgut genommen, diese getrocknet, zerrieben und gesiebt (Verfahren auf den Oberharzer Hütten, siehe auch p. 102).

In Freiberg wird bei den zur Anlieferung kommenden Erzen eine sorgfältige Mengung und eine solche Grösse des Kornes verlangt, dass beim Absieben durch ein Sieb mit 576 Maschen auf den Quadratzoll nicht über 15% Gröbe bleiben. Arme trockengepochte Dürrerze mit unter 10 Pfundtheilen Silbergehalt nimmt man auch gröblicher zerkleint an. Man wiegt jedesmal 2 Centner Schlieg ab und holt aus dieser Menge mittelst eines gestielten halben hohlen Cylinders von Eisenblech aus der Mitte heraus einen kleinen Theil von ¼—½ Pfund, schüttet die Proben auf zwei neben einander stehende Tröge und fährt so fort, bis die ganze Post von höchstens 45 Centnern verwogen ist. Den einen Trog von Schlieg bewahrt man für die Schiedsproben auf, aus dem andern nimmt man eine Probe zur Ermittelung der Nässe, dann aus demselben Trog von verschiedenen Puncten mittelst eines Probelöffels das für die anzufertigenden Metallproben erforderliche Quantum. Dieses wird auf einem Eisenblech bei 100° C. getrocknet und in einer eisernen Reibschale so fein gerieben, dass Alles durchs Probensieb hindurch geht. Bleiben geschmeidige Substanzen im Siebe zurück, z. B. gediegen Silber, Glaserz, so reibt man dieselben so lange mit

neuen Quantitäten von dem schon durch das Sieb gegangenen Erze in einer Reibschale, bis sie ebenfalls durchs Probensieb hindurchgehen. Dabei wird das feingeriebene Probemehl in der Reibschale gemengt und noch einige Mal durch ein grobes Drahtsieb gelassen.

Verschiedene Proben.

Nach dem Zweck, zu welchem die Proben angestellt werden, kann man folgende unterscheiden:

1) Die Halden-, Berg-. Kauf- oder merkantilische Probe zur Bestimmung des Metallgehaltes in Erzen und Producten.

2) Die Betriebsprobe zur Ermittelung des Verhaltens der Erze im Kleinen, um daraus auf das Verhalten derselben im Grossen schliessen zu können, z. B. Aufschluss zu erhalten über ihre Schmelzbarkeit für sich und mit Zuschlägen (Möllerprobe der Oberharzer Eisenhütten). Auch ermittelt man durch dieselbe den Metallgehalt der Producte und Abfälle, welche der currente Betrieb liefert, um ihre weitere Behandlung danach einrichten zu können, z. B. um zu erfahren, ob eine Schlacke absetzbar ist oder nicht.

3) Die controllirende Probe, um die Höhe der Metallverluste beim Ausbringen im Grossen zu bestimmen, indem man den Metallgehalt der Erze und der davon gefallenen Producte meist auf nassem Wege möglichst genau ermittelt. Die Proben auf nassem Wege sind meist genauer als die trocknen, doch kann es auch umgekehrt sein, z. B. bei armen Silberproben.

Häufig gibt eine maasanalytische Probe den Metallgehalt genauer an, als der trockne Weg.

4) Die analytische Probe zur quantitativen Bestimmung aller Bestandtheile eines Erzes auf nassem Wege. Dieselbe kommt vorzugsweise bei der Anlage neuer Hüttenwerke und beim Vorkommen neuer Erze von unbekanntem Verhalten in Anwendung, oder wenn sich's um den Aufschluss über die Theorie eines Hüttenprozesses handelt u. dgl. m.

5) Die Nässprobe zur Ermittelung des adhärirenden Wassergehaltes, besonders bei Schliegen. Nach einem verjüngten Gewicht wird 1 Ctr. Nässprobirgewicht in einer

Pfanne von Eisen- oder Kupferblech oder in einer Porzellanschale auf eine erwärmte Platte gestellt und bei einer Temperatur von etwa 100° C. so lange erhitzt, bis keine Wasserdämpfe mehr entweichen, was man an einer darüber gehaltenen kalten Glasplatte wahrnehmen kann. Am sichersten verfährt man, so lange zu trocknen, bis zwei Wägungen übereinstimmen. Man darf die Temperatur nicht so hoch steigern, dass ausser Wasser auch andere Körper zersetzt (z. B. eingemengtes Holz, Späne etc.) und verflüchtigt werden (Schwefel, Arsen, Antimon, Quecksilber etc.). Heftig entweichende Wasserdämpfe können feines Mehl in grösserer Menge mechanisch mit fortreissen.

Auf den Freiberger Hütten ist der Nässcentner = 75 Gramm = 15 Pfundtheilen Landesgewicht (1 Centner Landesgewicht = 50 Kilogr. = 100 Pfd. à 100 Pfundtheile) und 100 theilig. Man wiegt den Nässgehalt bis auf 0,5 Pfd. aus.

Auf den Oberharzer Hütten ist 1 Ctr. Nässgewicht = 15 Gramm.

Zuweilen bestimmt man die Nässe auch nach dem Civilgewicht (auf den Oberharzer Hütten wird 1 Cbfss. Eisenstein, dessen Gewicht man kennt, mittelst der Gichtflamme getrocknet und dann wieder gewogen).

Werth der cimastisch Proben.

§. 33. Probiren auf trockenem Wege. (Docimastische Proben.)[1]) Bei einer docimastischen Probe kommt es zwar darauf an, die Ausscheidung des zu bestimmenden Metalles etc. möglichst vollständig zu bewirken; es ist dabei jedoch auch Erforderniss, dass die Methode in der kürzesten Zeit, bei der grösstmöglichsten Anzahl Proben, selbst bei beschränkten Kenntnissen der mit ihrer Ausführung beauftragten Individuen, zu hinreichend sicheren Resultaten führe. Geben zwar Proben auf nassem Wege den

---

1) Ueber Einrichtung eines Probirlaboratoriums (Probirgadens) siehe: Klaseck, Beschreibung des Probirgadens und der Probiröfen bei der Przibramer Schmelzhütte in Rittinger's Erfahrungen, Jahrg. 1857. p. 29. Barre gibt im Bulletin de la société de l'industrie minérale Tom. 1. p. 221 einen genauen Kostenanschlag von einem Probirlaboratorium mit Zeichnungen. — Bodemann-Kerl, Probirk. 1857. p. 56.

Metallgehalt oft genauer an, als die trocknen Proben, so haben letztere im Vergleich zu ersteren das für sich, dass dieselben den im Grossen ausgeführten metallurgischen Prozessen mehr oder weniger gleichen und deshalb wichtige Aufschlüsse darüber geben können.

Ungenauigkeit der trocknen Proben.

Die Ungenauigkeit der trocknen Proben kann ihren Grund in der Flüchtigkeit und der Verschlackbarkeit des auszubringenden Metalles haben, welches auch wohl von den im Erze etc. enthaltenen Einmengungen verunreinigt wird, wodurch der Metallgehalt zu hoch ausfällt.

Apparate etc. des Probirers.

Im Nachstehenden soll kurz die Rede sein von den hauptsächlichsten Apparaten, Geräthschaften, Materialien und Arbeiten des Probirers.

Gewichte.

1) Gewichte.[1]) Das Probirgewicht besteht entweder aus dem französischen Grammgewicht oder einem Centnergewicht, welches nach dem Landesgewicht verjüngt ist und dieselbe Eintheilung hat. Was die Grösse eines Probircentners betrifft, so schwankt dieselbe zwischen 3,75 bis 10 Gramm und steht gewöhnlich zu dem Civilgewicht in einem einfachen Verhältniss.

Auf den sächsischen Hütten[2]) theilt man den Probircentner = 3,75 Gramm (oder 0,750 Pfundtheile des Landesgewichtes) in 100 Pfund, jedes Pfund in 100 Pfundtheile und wiegt als kleinste Gewichtsgrösse noch 0,5 Pfundtheile = 0,1875 Milligr. aus.

Der Probircentner auf den Oberharzer Hütten = 5 Gramm (oder 1 Quint Civilgewicht) wird in 100 Pfund getheilt, 1 Pfund in 10 Neuloth und 1 Neuloth in 10 Quint; das kleinste Gewicht ist 0,5 Quint = 0,25 Milligr.

Auf österreichischen Werken dient als Gewichtseinheit ein 10 Gramm schwerer Probircentner, welcher in 100 Pfund à 32 Loth à 4 Quentchen à 4 Denär zerfällt.

Zum Probiren gold- und silberreicher Legirungen bedient man sich in Deutschland häufig noch des Markgewichtes. Man nimmt die Mark entweder = 1 Gramm und theilt die-

1) Ueber Probirgewichte: Karsten, System der Metallurgie. II, 403.

2) Ein Freiberger System Probirgewicht von Silber kostet 9 Thlr. 15 Ngr., ein solches aus Messing und nur bis zu 10 Pfundtheilen gehend, 4 Thlr. 15 Ngr.

selbe in 1000 Theile (Freiberg), oder man sieht $^1/_4$ Probircentner als Markeinheit an und theilt dann dieselbe bei Silberproben in 16 Loth à 18 Grän und bei Goldproben in 24 Karat à 12 Grän.

In England bedient man sich beim Probiren der Erze etc. der kleineren Abtheilungen (etwa 1000 Grains) des Handelsgewichtes, Avoir du poids Pfund = 16 Ounces à 16 Drames = 7000 Troy Grains = 0,4536 Kilogr. 1 Ounce = 28,349 Gramm; 1 Grain = 0,0648 Gramm. Bei Gold- und Silberproben gilt das Münzgewicht, das Imperial Standard Troy-Pound = 12 Ounces (oz.) = 20 Pennywights (dwts). à 24 Troy Grains = 0,3732 Kilogr., 1 Ounce = 31,109 Gramm; 1 Pennywight = 1,555 Gramm; 1 Grain = 0,0648 Gramm.

Das Material zu den Gewichten besteht aus Platin, Silber oder Messing; für die kleineren Gewichte ist Aluminium in Vorschlag gebracht worden. MOHR [1]) empfiehlt durchweg Gewichte von Argentan, welches weniger anläuft als Silber und Messing, ein geringeres specifisches Gewicht hat, als beide, und ein viel geringeres, als Platin. Auch gibt MOHR eine zweckmässige Form für die Gewichte an, bei welcher sie sich leichter fassen und handhaben lassen.

2) Wagen. Man bedarf

Wagen.

a) einer Kornwage im Glasgehäuse für Gold- und Silberproben, welche bei 3—4 Gramm Belastung auf beiden Schalen noch 0,1 Milligr. mit hinreichend deutlichem Ausschlage angibt. Die sehr gut eingerichteten Freiberger Kornwagen (mit Aufzug und Gehäuse 38 Thlr. kostend), haben die nachfolgende Construction (Taf. I. Fig. 1): *a b* Schere, *c*, *d*, *e* Leitscheiben für eine seidene Schnur, mittelst welcher am Knopfe *g* der Aufzug *f* gehoben und gesenkt werden kann. *h* Malerpinsel an einem messingenen Arm, in welchen man die Spitze der schwingenden Schere einsenken kann, wenn die Wage beruhigt werden soll. Dasselbe tritt auch ein, wenn sich der Knopf der Schere nur an den Pinsel anlehnt. *i* Wagbalken mit Schnüren an den Enden, welche die Wagschalen *k* tragen. Das zu wägende Silber-

1) Polyt. Centr. 1858. No. 11. p. 742.

oder Goldkörnchen und die Gewichte thut man in die auf den Wagschalen stehenden Schälchen. *K* Schraube, mittelst welcher der Aufzug an die Stange *l* befestigt ist, welche in das Bodenbrett *m* eingeschoben wird. Die Wage kann aus einander genommen werden; Pfannen, Nägel und Haken daran bestehen aus Stahl, die übrigen Theile aus Messing.

Mohr hat eine zweckmässige Vorrichtung zum Arretiren der Wagschalen angegeben [1]), empfiehlt auch die allerdings theuern Probir-Wagen von Deleuil für titrirte Silberproben. [2])

Die Pincetten zum Anfassen der Gewichte und Metallkörner sind entweder ganz von Messing, oder haben Spitzen von Knochen.

b) eine Vor- oder Einwiegewage, welche bei etwa 30 Gramm Belastung wenigstens noch 3 Milligramm deutlich angibt und für Blei-, Kupfer-, Zinn-, Eisenproben etc. angewandt wird.

Eine solche Wage (Taf. I, Fig. 2, 3) ist, ohne von einem Glasgehäuse umgeben zu sein, an einem hölzernen Gestell *a* aufgehängt. Die Schere *b* wird durch Drehen der Schraube *c* mittelst der seidnen Schnur *d* auf und niedergezogen. Zur Aufnahme des Probirgutes dienen hinreichend geräumige Schälchen *e*, welche entweder mit einer Pincette gefasst oder an einem Stiel gehandhabt werden. Die Zunge der Wage kann auch, wie bei der Kornwage, bequemer nach unten vor einer mit Theilstrichen versehenen Scale spielen und eine Pinselvorrichtung zur Beruhigung der Schere angebracht sein. (Eine solche Wage kostet in Freiberg 21 Thlr.)

c) eine Apothekerwage (Taf. I, Fig. 4), welche bei grösserer Belastung noch hinreichend genau ist, z. B. bei Salpeterproben, Braunsteinproben etc.;

d) eine gewöhnliche Handwage für eine Belastung von einem bis zu mehreren Pfunden.

Probiröfen.

3) Probiröfen, und zwar Muffelöfen, Windöfen und Gebläseöfen.

Muffelöfen.

a) Die Muffelöfen, im Allgemeinen von solcher Construction, dass ein aus feuerfestem Thon oder Eisen herge-

1) Mohr, chem. analyt. Titrirmethode. p. 52.
2) Ibid. p. 43.

stelltes gewölbtes Gefäss (Muffel) mit flachem Boden (Muffelblatt) hinten geschlossen, vorn offen, in einem prismatischen, cylindrischen oder elliptischen Raum durch Feuerung mit rohen oder verkohlten Brennmaterialien hinreichend erhitzt wird, damit hauptsächlich durch die strahlende Wärme der Muffel ein in dieselbe gebrachter Körper die beabsichtigte Veränderung erleidet. Man kann in solchen Oefen keine viel höhere Temperatur, als die des schmelzenden Goldes und Kupfers (etwa 1200° C) hervorbringen und wendet sie stets an, wenn ein Luftzutritt zu dem zu erhitzenden Körper erforderlich ist (z. B. bei Röstprozessen); doch können dieselben auch zur Anwendung kommen, wo solches nicht erforderlich ist.

Die Muffeln werden aus Thonplatten über einer hölzernen Form von der innern Gestalt der Muffel zusammengefügt, nach einigem Trocknen die Seitenöffnungen eingeschnitten und, wenn hinreichender Zusammenhalt vorhanden ist, die hölzerne Form herausgegogen. Nach dem Trocknen an der Luft findet das Brennen der Muffeln statt. Bei kleineren Oefen wendet man wohl eiserne Muffeln an, welche die Wärme besser leiten und gleichmässiger glühen.

Die Muffelöfen haben bald grössere, bald geringere Dimensionen, sind festgemauert oder transportabel und bestehen in letzterem Falle aus verankerten Thonplatten oder aus mit Thon ausgekleidetem Eisenblech. Eine Abweichung in ihrer Construction wird besonders durch die Qualität des zu Gebote stehenden Brennmaterials herbeigeführt, und in dieser Hinsicht unterscheidet man Holzkohlen-, Steinkohlen- und Cokesmuffelöfen. Erstere bedürfen zum Verbrennen keines Rostes und besonderen Schornsteins, letztere erfordern Rost und Esse. Am häufigsten angewandt sind Muffelöfen mit Holzkohlen- und Steinkohlenfeuerung. In letzteren lässt sich die Temperatur besser stimmen als in ersteren, auch gestatten sie eine stärkere Erhitzung des Muffelbodens, gegen welchen die Steinkohlenflamme schlägt und somit ein Erhitzen der darin stehenden Probirgefässe von unten bewirkt, während bei den Oefen mit Holzkohlenfeuerung die Muffel hauptsächlich von den Seiten, weniger von unten erhitzt wird, indem leicht kalte Luft zum Muffelboden gelangt.

Aus diesem Grunde lassen sich Proben, welche eine höhere Temperatur und eine Regulirung derselben während des Prozesses verlangen (z. B. Nickel- und Kupfergaarproben), sicherer in Steinkohlen- als in Holzkohlenmuffelöfen ausführen. Auch halten die Muffeln in ersteren länger.

einkohlen-uffelofen.

Die zweckmässigste Construction von Steinkohlenmuffelöfen ist von PLATTNER[1]) angegeben und an vielen Orten, namentlich in Freiberg, angewandt. Zu Przibram[2]) hat man dieselbe dahin abgeändert, dass die Heiz- oder Schüröffnung an die Rückseite gelegt und in Folge dessen die Unterstützung der Muffel im Schmelzraum etwas abweichend von der Freiberger geworden ist. Bei dieser Einrichtung hat also die Vorderseite des Ofens keine andre Oeffnung, als die Muffelöffnung. Durch die Verlegung der Heizöffnung nach hinten lässt sich der Raum vor dem Ofen reinlicher halten und die Zugluft aus demselben ganz entfernen, wenn man den Probirraum von dem Heizraum durch eine Wand sondert. Man kann aber in diesem Ofen die Temperatur nicht so momentan stimmen, als im Freiberger Ofen, wenn der Probirer gleichzeitig das Schüren mit besorgen muss; auch liegt der Muffelboden weniger frei, als bei den PLATTNER'schen Oefen. In neuerer Zeit ist ein solcher Ofen von der Przibramer Construction (Taf. I. Fig. 5, 6, 7, 8) im metallurgischen Laboratorium zu Clausthal erbaut worden.

N Muffel, welche mit ihrem vorderen Ende in einem Falz a ruht, welcher in die den Feuerraum an der vordern Seite einschliessenden Ziegel eingehauen ist. Die vordere Hälfte der Muffel ruht auf einem feuerfesten, beiderseits in die Seitenwände eingelassenen Tragstein b und auf 3 Ziegelstücken c, welche zwischen den Tragstein und die schräge Vorwand eingeschoben sind. Die hintere Hälfte der Muffel ist durch 3 Ziegel d unterstützt, wovon der mittlere am längsten ist und den Tragstein von der Rückwand abspreizt. Diese 3 Ziegel liegen auf einer feuerfesten Platte e, deren kurze Endflächen schief zugeschnitten sind, so dass sie zwi-

1) Freiberger Jahrb. 1842. p. 1. — BODEMANN-KERL's Probirkunst.

2) RITTINGER's Erfahrungen im B. u. h. Maschinen-, Aufbereitungswesen. Jahrg. 1857. p. 29.

schen die schrägen Wände des Feuerraums bis zur Höhe des Heizhalses passt. Ausserdem liegt diese feuerfeste Platte mit ihren Enden auf Absätzen *f*, die dadurch entstehen, dass man die senkrechten Seitenwände des Heizhalses bis unter die Platte *e* verlängert, wodurch dieselbe auf diese Art die Fortsetzung des Heizhalsgewölbes bildet.

Der Tragstein *b* besteht aus 2 gleichen Theilen, die gut gegeneinander zwischen die Seitenwände des Feuerraums eingespreizt werden. Um denselben und die Unterlagsziegel zu schonen, werden sie vor dem Einsetzen der Muffel mit einem dicken Brei von feuerfestem Thon und Knochenasche beschmiert, auf dem die Muffel fest aufliegt, ohne am Muffelblatt anzuschmelzen.

Man gibt der Muffel nach vorn einen Fall von ³/₄ Zoll und der Abstand derselben vom Gewölbe und von der Rückwand beträgt 2 Zoll. Ist die Muffel gehörig eingepasst, so wird die vordere Seite des Feuerraums *ggg*[1] vollends durch gut auf einanderpassende Ziegel *i*, welche nur mit einem dünnen Lehmbrei verstrichen werden, so geschlossen, dass nur die Muffelöffnung *h* frei bleibt, welche man dann durch einen Vorsetzziegel schliessen kann. Das Auswechseln einer schadhaft gewordenen Muffel, welche über 100 Feuer aushalten kann, geschieht nach Wegnahme der Ziegel, welche zugleich einen Theil der Stirnmauer bilden.

Der mit dem Muffelboden parallel liegende Rost *R* besteht aus 6 gusseisernen 2 Fuss langen Stäben, von 1³/₄ Zoll Breite und 1¹/₂ Zoll Dicke, welche mit den 4 Zoll langen Köpfen beiderseits auf dem Mauerwerk des Aschenfalles aufliegen, sich aber beim Heisswerden nicht biegen oder das Mauerwerk herausdrücken können, weil an ihrem Ende bei der Heizöffnung *f* ein freier Raum gelassen ist. Die Zwischenräume zwischen den Roststäben betragen ¹/₄ der Rostfläche. Die Heizthür *k* hat an der innern Seite einen 2 Zoll breiten Blechansatz zur Aufnahme eines Lehmbeschlages oder eines Ziegels, der sie vor dem Verbiegen oder Verbrennen schützt.

Die Verbrennungsluft tritt aus einem Kanal unter der Probirbodensohle durch den Kanal *l*, dessen Ende eine schief abgeschnittene Blechlutte *m*[1] bildet, in den Aschenfall

S und ihr Zutritt lässt sich durch den Schieber m reguliren. Der Schieber n am Aschenfall dient nur zum Wegräumen der Asche und ist sonst immer verschlossen.

Die Esse L steht über der Mitte der Muffel und kann durch den Schieber o ganz oder theilweise geschlossen werden. Letzterer besteht aus einer feuerfesten Thonplatte, welche ein Blechstreifen mit 2 Oehren umgreift, in welche eine Zugstange befestigt ist. Diese geht in einer Blechhülse durch die Vorderwand des Mantels.

Die Regulirung des Luftzutritts und somit der Temperatur geschieht durch die Schieber m und o, ausserdem noch durch die Klappe der Hauptesse. Da der Mantel und die Esse überall geschlossen sind bis auf die zwei Canäle, welche zur Ableitung der Dämpfe, des Staubes und der heissen Luft aus dem Arbeitsraum dienen, so ist der Luftzug im Ofen sehr heftig, weshalb auch die Muffel keine Schlitze oder Ausschnitte hat, weil durch diese leicht ein für die Proben nachtheiliger Zug entstehen würde.

Man heizt den Ofen mit Holz an, schürt, wenn dieses mit heller Flamme brennt, Steinkohlen nach und bringt dann den Ofen etwa in einer Stunde in volle Gluth. Beim Anheizen der Muffel glüht man Holzkohlen aus (Abäthmen), welche demnächst beim Schmelzen in der Muffel vor deren Oeffnung gelegt werden.

In dem Lobaratorium der Montanlehranstalt zu Przibram stehen in dem Muffelofen zur Ausnutzung der Wärme mehrere Muffeln neben einander, so dass man in denselben stufenweise abnehmende Temperaturen hat, die man zu verschiedenen docimastischen Arbeiten benutzen kann.

Einen ähnlichen Flammofen mit 2 neben einander stehenden Muffeln wendet DEVILLE [1]) beim Kupelliren von Platin und Blei an. Die Muffeln conserviren sich darin viel besser, indem sie von der Asche der Steinkohlen weniger zerstört werden.

Holzkohlenmuffelofen.

Auf den Oberharzer Silberhütten wendet man transportable Holzkohlenmuffelöfen von Eisenblech,

1) DINGL., polyt. Journ. Bd CLIV. S. 142 mit Zeichnung.

innen mit Thon ausgeschlagen, an, oder aus Thonplatten bestehende, welche mit eisernen Bändern umgeben sind (Taf. I. Fig. 9 u. 10). Letztere strahlen weniger Wärme aus, als erstere. Der Boden des Ofens besteht aus einer Thonplatte, welche auf einer Eisenplatte und diese wieder auf den durch *o* zusammengehaltenen Trägern *p* ruht. In einem Falz der Bodenplatte stehen die 4 Wände des Ofens, auf welche nach gehöriger Verbindung durch Lehm das abgestumpft pyramidale Thonstück *cfdg* aufgesetzt wird. Letzteres wird mit dem Kohlentrichter *fchk* aus Eisenblech versehen, durch welchen man die Holzkohlen in den Ofen wirft. Die mit Schiebern *n* versehenen Oeffnungen *s* und *i* gestatten den Luftzutritt zu den Kohlen, durch letztere kann man auch sehen, wie weit die Kohlen im Ofen niedergegangen sind. Die Oeffnung *l* führt zur Muffel, welche mit Luftlöchern *v* versehen ist und auf dem Muffelblatte steht, welches auf den Traillen *x* ruht. Auf denselben liegt vor der Muffel das Eisenblech *r* zum Aufstellen von Proben etc.

Durch einige glühende Kohlen, Späne etc., welche man durch *s* in den Ofen wirft, lassen sich die darin befindlichen Kohlen in Gluth bringen.

Cokesmuffelofen.

Ein Cokesmuffelofen (Taf. I. Fig. 11, 12), wie er sich in der Pariser Münze für Goldproben[1]) eingerichtet findet, enthält eine grosse Muffel *a* und eine kleine *b*, deren Mündungen durch Thonplatten *cd* verschliessbar sind; *e* Thür zum Einbringen der Cokes, um das Charnier *f* drehbar und mittelst des Schwengels *gg'* beliebig von der Vorder- und Hinterseite des Ofens aus zu öffnen und zu schliessen; *h* Blechtafeln zum Aufstellen der Capellen etc.; *i* Rost aus beweglichen Stäben; *k* Oeffnungen zur Reinigung des Rostes, durch dicke Thonplatten verschliessbar; *l* Platte, welche rings um den Ofen herum gehen; *m* Esse.

LEVOL's neuester Cokesprobirofen[2]) enthält 2 Muffeln neben einander und gestattet eine bedeutende Brennmaterialersparung. GAUDRY's Cokesmuffelofen[3]) zum Einäschern

1) Polyt. Centr. 1854. p. 1442.
2) Polyt. Centr. 1857. p. 31. No. 5.
3) Polyt. Centr. 1858. p. 335. No. 5.

von Brennstoffen etc. hat 4 kleine Muffeln über einer Feuerung.

Windöfen.

b) Wind- oder Zugöfen bestehen aus einem schachtförmigen Feuerraum, dessen Sohle durch einen Rost gebildet wird, auf welchem die Schmelzgefässe, von verkohltem Brennmaterial umgeben, erhitzt werden. Das Verbrennen des Brennmaterials geschieht durch unter den Rost (in den Aschenfall) tretende Zugluft, welche mittelst einer Esse, durch den Fuchs mit dem Ofenschacht in Verbindung, angesogen wird. Je nach der Temperatur, welche in dem Ofen hervorgebracht werden soll, variiren die Dimensionen des Schachtes, namentlich seine Höhe, sowie besonders auch die Höhe der Esse. Die Regulirung des Luftzutrittes und dadurch der Temperatur kann durch einen Schieber in der Esse, eine Klappe auf der Esse oder eine mehr oder weniger verschliessbare Thür vor dem Aschenfall geschehen. Eine Erniedrigung der Temperatur tritt ein, wenn man den Deckel auf der Schachtmündung des Ofens mehr oder weniger öffnet; es kühlt sich dadurch die Esse ab und der Zug wird schwächer. Zur Hervorbringung hoher Temperatur führt man wohl die Verbrennungsluft durch einen ins Freie mündenden Canal unter den Rost. Schwer verbrennliches Brennmaterial (Cokes) erfordert einen höhern Schacht, als leichter verbrennbares.

Auf die Grösse des Querschnitts des Ofens, welcher rund, oblong oder quadratisch sein kann, hat noch die Anzahl der Tiegel Einfluss, welche der Ofen aufnehmen soll. Da die Temperatur unmittelbar über dem Roste nicht so hoch ist, als 1—2 Zoll darüber, so setzt man auf denselben zunächst 1—2½ Zoll hohe feuerfeste Untersätze (Käse) und darauf die Tiegel, oder man versieht die Tiegel mit Füssen.

Die Windöfen werden meist mit verkohltem Brennmaterial (Cokes, Holzkohlen) gespeist, welches in möglichst gleichmässige, nicht zu grosse Stücke zertheilt wird; es gibt aber auch von der gewöhnlichen Construction etwas abweichende Windöfen mit Steinkohlenfeuerung. Die Oefen ersterer Art sind entweder feststehend oder transportabel.

Transportabler Windofen.

Ein solcher transportabler Windofen für Holzkohlenfeuerung (Taf. I. Fig. 13) besteht aus einem Cy-

linder von Eisenblech *abcd*, der innen mit feuerfestem Thon ausgeschlagen ist. *r* sind Handhaben. In etwa 6 Zoll Entfernung über dem Boden befindet sich der Rost. *A* zum Aschenfall führende Thür. *n* zwei Traillen zum Aufstellen einer Retorte, wenn der Ofen statt zu einer Schmelzung zur Destillation gebraucht werden soll. *B* Thür, welche einen Zugang zu dem Ofen gestattet. *ab* Ring zur Aufnahme des Schlotes (des Domes) *H*. *x* und *y* kleine Thüren, welche man öffnet, wenn eine durchgesteckte Röhre zum Glühen erhitzt werden soll.

Windofen f. Holzkohlenfeuerung.

Die feststehenden Holzkohlenzugöfen erhalten für Bleiproben etwa 8—12 Zoll Quadrat Weite oder 11 bis 12 Zoll Breite und 14—15 Zoll Länge und in beiden Fällen 12—15 Zoll Höhe über dem Rost. Zu dem 6—12 Zoll hohen Aschenfall führt eine etwa $6^1/_2$ Zoll breite und 6 Zoll hohe Thür. Es genügt dafür eine 6—8 Fuss hohe Esse mit 4 bis 5 Zoll Durchmesser. — Für Kupferproben genügen diese Dimensionen meist auch, nur muss man die Schmelzdauer verlängern oder die Esse etwas erhöhen. Dagegen muss bei Windöfen für Eisenproben die Tiefe bis zu 2 Fuss und die Höhe der Esse mindestens 18—20 Fuss betragen, bei 8—9 Zoll Durchmesser.

Ein Windofen für Eisensteinsproben zu Przibram (Taf. I. Fig. 14, 15) hat nach Klasek (c. l.) einen quadratischen Querschnitt und ist durch horizontale und vertikale Eisenschienen *ab* zusammengehalten. Der Feuerungsraum *P* wird durch einen Blechdeckel *c*, der mit feuerfestem Thon ausgefüttert ist, geschlossen und dieser mittelst einer Kette und Gegengewichten auf und ab bewegt. Die verschliessbare Oeffnung *d* dient zum Ein- und Austragen der Schmelztiegel, auch kann man durch dieselbe eine Muffel einsetzen, wenn der Ofen als Muffelofen gebraucht werden soll. Unter den aus 12 Stäben bestehenden Rost *K* tritt die Luft aus dem Hauptcanal *H* durch *e* ein, welcher durch den Schieber *f* geschlossen werden kann. Der Feuerungsraum steht durch den Fuchs *S* mit der 18 Fuss hohen Esse *N* in Verbindung. *O* Aschenfall.

Der Windofen für Eisensteinsproben im Clausthaler Laboratorium ist vom Rost ab hinten 2 Fuss 9 Zoll,

vorn 2 Fuss 3 Zoll hoch und hat 1 Fuss 3 Zoll Durchmesser. 1 Fuss 7 Zoll über dem Rost geht ein 6 Zoll hoher Fuchs in die 9 Zoll weite und 45 Fuss hohe Esse. Sowohl zum Ofenraum, als auch zu dem 1 Fuss 5 Zoll hohen Aschenfall führt eine 10 Zoll hohe verschliessbare Oeffnung. Durch einen 10 Zoll weiten, mit dem Keller communicirenden Canal wird Verbrennungsluft von hinten in den Aschenfall geführt.

Windofen für Steinkohlenfeuerung.

Derartige Oefen sind von PLATTNER [1]) für Blei-, Schwarzkupfer-, Zinn- und Rohsteinproben in Freiberg angegeben und auch in Przibram (KLASEK c. l.) für Blei-, Lech- und Kupferproben eingeführt. Diese Oefen sind den Steinkohlenmuffelöfen (pag. 124) ähnlich construirt und unterscheiden sich nur dadurch von denselben, dass im Feuerraum statt einer Muffel sich feuerfeste Platten befinden, auf denen die Tiegel stehen, und dass sie oberhalb des Rostes etwas andere Dimensionen haben. Die Freiberger und Przibramer Construction unterscheidet sich dadurch, dass erstere die Schüröffnung an der Vorderseite, letztere dieselbe an der Hinterseite hat.

Beim Przibramer Ofen (Taf. I. Fig. 16—18) bezeichnet *b* die drei feuerfesten Platten, welche auf zwei Tragziegeln *a* ruhen und 18 Paar grössere oder 24 Paar kleinere Tuten aufnehmen. Der Rost *H* besteht aus 8 Stäben und ist etwas gegen die Heizöffnung *I* geneigt. Vom Rost aufwärts gehen die Seitenwände des Feuerraumes schräg, dann senkrecht, darüber steht ein elliptisches Gewölbe, in welchem die Oeffnung für die Esse *L* gelassen ist. In den Aschenfall *G* gelangt die Verbrennungsluft durch einen mit dem Hauptcanal, wie beim Muffelofen, in Verbindung stehenden Canal *m* und den Ansatz *n*; durch einen Schieber *s* lässt sich der Luftzutritt reguliren.

Die Probirtuten werden durch die Oeffnung *c*, mit einem Vorsetzstein verschliessbar, auf die Thonplatten *b* gestellt.

Man heizt den Ofen mit Holz oder Torf an und schürt dann Steinkohlen nach, bis die Thonplatten und die Brandmauern nach etwa 1 Stunde eine mässige Rothglühhitze

---

1) Freiberger Jahrb. 1842. p. 31. — BODEM., Probirk. 1857. p. 40.

seigen. Gibt die zuletzt eingeschürte Steinkohlenlage keine oder eine nur kurze Flamme, welche nicht mehr über die Thonplatten schlägt, dann setzt man die Tuten ein, verschliesst die Eintrageöffnung, lässt ohne zu schüren die Proben 10 Minuten stehen und erhitzt dieselben alsdann allmälig zum schwachen Rothglühen, worauf eine höhere Temperatur durch stärkere Feuerung gegeben wird. Nach etwa einer Stunde sind die Proben geschmolzen; bei nun gehörig angeheiztem Ofen dauert die folgende Schmelzung weniger lang. Man kann in diesem Ofen dieselbe Temperatur hervorbringen, wie in Windöfen mit Holzkohlenfeuerung, sie haben aber vor letzteren den Vorzug, dass man das Feuer vollständig in der Gewalt hat, durch jederzeitiges Herausnehmen der Tuten den Vorgang der Probe immer verfolgen und neue Proben sogleich nach Herausnahme der fertigen Proben einsetzen kann. Dadurch erspart man nicht unbedeutend an Brennmaterial.

Gebläseöfen.

c) Gebläseöfen, Probiressen. Zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen in möglichst kurzer Zeit leitet man in einen kleinen, aus möglichst feuerfesten Steinen hergestellten Schacht von etwa 15—22 Zoll Höhe und 10—20 Zoll Durchmesser durch mehrere Düsen comprimirte Luft, welche mittelst eines ledernen Blasebalges erzeugt wird. Die auf Untersetzern stehenden Tuten werden bei Holzkohlen- oder Cokesfeuerung erhitzt.

Bequemer zu handhaben sind die transportabeln Gebläseöfen von SEFSTRÖM (Taf. I. Fig. 19, 20). *A* Cylinder von Eisenblech, in welchem ein solcher *B* eingehängt ist. *D* feuerfeste Masse aus 1 Theil feuerfestem Thon und 3—4 Theilen gesiebtem Quarzsand bestehend und nach einer Schablone eingestampft. *a* Düsen aus Eisen- oder Kupferblech, an den innern Blechcylinder angenietet. *C* Oeffnung zur Zuführung von Gebläseluft. *E* mit Quecksilber gefülltes Manometer, welches mittelst eines Korkes in eine Ansatzröhre gesteckt wird. Der Ofenschacht kann noch durch Aufsatz eines Blechcylinders erhöht werden. *b* Schmelztiegel. *c* Untersatz. Ein solcher Ofen fasst je nach der Grösse der Tiegel bis 6 davon. Um in demselben die höchste Temperatur hervorzubringen, muss das Brennmaterial, meist Holz-

kohlen, seltener Cokes, in möglichst gleich grossen Stücken von etwa 1 1/4 Quadratzoll Querschnitt und kleiner angewandt werden. DEVILLE[1]) bringt in ähnlich construirten Oefen, in welchen aber der Wind durch weite Oeffnungen der gusseisernen Bodenplatte in den Schmelzraum tritt, Temperaturen hervor, in welchen Platin schmilzt und sich verflüchtigt.

Probirgefässe.

4) Probirgefässe, in welchen die zu untersuchenden Proben erhitzt werden, und zwar

Thongefässe.

A) Thongefässe, welche bei passender Form und Grösse hinreichend feuerbeständig sein und von den zu erhitzenden Massen möglichst wenig angegriffen werden müssen. Durch Alkalien, Kalkerde, Eisen- und Manganoxyd werden die Thone schmelzbarer (vid. §. 59). Von der Beimischung einer grösseren oder geringeren Menge Sand, von dem verschiedenen Grade des Brennens, von der Dichtigkeit etc. hängt es ab, ob die Gefässe ein mehr oder weniger rasches Erhitzen vertragen können, ohne zu reissen.

Es lassen sich folgende verschiedene Arten von Thongefässen unterscheiden:

a) Röstscherben von 1 1/2—4 Zoll Durchmesser, flach und aus einem Thon in Formen gepresst, welcher nicht sehr feuerbeständig zu sein braucht, aber einen raschen Temperaturwechsel vertragen muss, ohne zu reissen (Taf. I. Fig. 21 Freiberger, Fig. 22 Mansfelder Röstscherben).

b) Ansiedescherben müssen dickere Wände haben als die Röstscherben und aus einem möglichst quarzfreien Thone dicht geschlagen sein, weil das beim Ansieden erzeugte Bleioxyd sich mit der Kieselerde begierig verbindet, wobei die Scherben durchlöchert werden (durchgehen). In Freiberg wendet man zur Herstellung derselben, sowie auch anderer Probirgefässe, einen in der Nähe von Oberschöna vorkommenden weissen und sehr quarzfreien Thon an, welcher nach der Gewinnung in grossen Stücken eingesümpft, gut durchgearbeitet und zu Platten verwalzt wird,

1) B. u. h. Ztg. 1853. p. 537. — ERDM., J. f. pr. Ch. LVIII, 319. — DINGL. CXXVII, 114. — Polyt. Centr. 1857. p. 474, 605.

welche zu Chamotte gebrannt werden. Die Chamotteplatten werden gemahlen und mit dem rohen Thon in solcher Menge durch Treten oder mittelst einer Knetmaschine vereinigt, dass derselbe nicht mehr schwindet. Aus einem weniger guten Thon sind die auf den Oberharzer Hütten angewandten, von Goslar bezogenen Probirgefässe hergestellt. Ein Freiberger Ansiedescherben hat $2^3/_8$ Zoll ganzen und $1^{15}/_{16}$ Zoll lichten Durchmesser, $^{11}/_{16}$ Zoll Tiefe, 1 Zoll ganze Höhe, $1^5/_{16}$ Zoll untern Durchmesser und $^5/_{16}$ Zoll Bodendicke. Die Oberharzer Ansiedescherben (Taf. I. Fig. 23) haben 2 Zoll 2 Linien oberen ganzen und 1 Zoll 10 Linien oberen lichten Durchmesser, 10 Linien Höhe und $^1/_2$ Zoll Vertiefung.

c) Gaar- oder Spleissscherben zum Gaarmachen des Kupfers, welche ähnliche Eigenschaften, wie die Ansiedescherben haben müssen. Letztere kann mau dazu benutzen, wenn man an einer Seite den Rand etwas abschleift, um die Probe in dem Scherben stets beobachten zu können (Oberharzer Hütten). In Freiberg wendet man entweder besonders geformte flache Scherben (Taf. I. Fig. 24) oder den halben Bauch einer Bleitute (Taf. I. Fig. 25) an, welcher mit Hammer und Kneifzange in eine passende Form gebracht wird.

d) Probirtiegel, Probirscherben, Tuten, Tutten, welche je nach der Beschaffenheit des darin zu behandelnden Schmelzgutes und der Temperatur, welcher dieselben auszusetzen sind, verschiedene Form, Grösse und sonstige Eigenschaften haben müssen. Proben, welche sich in Folge einer Gasbildung stark aufblähen, erfordern geräumige, bauchige Schmelzgefässe. So wendet man z. B. auf den Oberharzer Hütten bei den ruhig schmelzenden Bleiproben kleinere Gefässe an, als in Freiberg für Blei- und Kupferproben. Eisenproben verlangen aus diesem Grunde auch keine grossen Gefässe. Die Oberharzer Bleischerben werden, je nach der Reichhaltigkeit und Menge des anzuwendenden Probirgutes in zwei Grössen *a* und *b* (Taf. I. Fig. 26) angewandt und mittelst Mönch und Nonne (Taf. II. Fig. 27) geschlagen. *a* Mönch von hartem Holze oder Messing mit Leitstift *b*; *c* Nonne aus Messing; *d* hölzerner Untersatz mit dem Eisenplättchen *e*, welches die nöthige Durchbohrung für den Leit-

stift enthält; *f* Luftlöcher. Nach dem Herausziehen des vorher mit Oel bestrichenen Mönchs wird die Oeffnung im Boden des Tiegels mit Thon verstrichen. Nach dem Lufttrocknen werden die Tiegel gebrannt.

Die durch ihre Feuerbeständigkeit berühmten hessischen Tuten (Taf. II. Fig. 28) haben eine weniger gefällige und zweckmässige Form, als die glatteren und schlankeren Freiberger Blei- und Kupfertuten (Taf. II. Fig. 29). Man bedient sich dabei des abgeschlagenen Fusses von schon gebrauchten Tuten als Deckel. Dieselben werden auf der Töpferscheibe gedreht.

Zum Probiren der Eisensteine braucht man Tuten von verschiedener Form (Kelchtuten) und Grösse, mit und ohne Fuss, mit einem Gemenge von Kohlenstaub und Lehmwasser ausgeschlagen und getrocknet (Kohlentiegel Taf. II. Fig. 30 und 31. *a* Thongefäss; *b* Kohlenfutter; *c* Kohlendeckel).

e) Retorten und Schmelztiegel, letztere ohne und mit Graphitzusatz, von verschiedener Feuerbeständigkeit. Zur Erhitzung derselben dienen passende Windöfen.

Eiserne Gefässe.

B) Eiserne Gefässe. Bei manchen Proben, z. B. Bleiproben, wendet man wohl schmiedeeiserne Tiegel von verschiedener Grösse an (Taf. II. Fig. 32), welche im Windofen zwischen Cokes erhitzt werden. Von gusseisernen Muffeln war schon die Rede (p. 123).

Capellen.

C) Capellen zum Abtreiben. Dieselben sollen beim Abtreiben von Werkblei das gebildete Bleioxyd aufnehmen, müssen deshalb bei einem gewissen Zusammenhange einen angemessenen Grad von Porosität haben, und dürfen sich in der Hitze nicht verändern (nicht rissig werden, sintern, keine Gasarten entwickeln, sich mit dem Bleioxyd nicht chemisch verbinden etc.).

Man schlägt dieselben entweder aus weissgebrannten, zerkleinten und geschlämmten Knochen (Knochenmehl, Knochenasche) oder ausgelaugtem Aescher oder aus einem Gemenge von beiden in Formen mittelst Mönch und Nonne. Das Knochenmehl wird auf die Weise bereitet, dass man am besten Kälber-, Ochsen-, Pferde- oder Schafsknochen in einem Muffelofen oder Flammofen vollständig weiss brennt,

dann pulvert, siebt, mit kochendem Wasser einige Male auswässert, dann mit kaltem Wasser anrührt und die feinsten Theile (Kläre) in einem Fasse mit mehreren Zapflöchern abschlämmt oder durch feine Leinwand seihet und die röscheren Theile von dem Korn eines groben Weizenmehles separirt. Nach dem Trocknen feuchtet man das gröbere Knochenmehl oder ein Gemenge desselben mit Aescher mit so viel Wasser an, dass das Gemenge sich ballen lässt, ohne das Gefühl der Nässe in der Hand zu hinterlassen. Man legt alsdann die Nonne *b* (Taf. II. Fig. 33), einen conischen Ring von Messing, auf einen geebneten, mit trockner Capellenmasse bestreuten Holzklotz, drückt mit einem Finger angefeuchtete Capellenmasse in die Form, streicht mit einem Messer das Ueberflüssige weg, streut über die Oberfläche trockne Kläre, setzt vertikal und in die Mitte den messingenen Mönch *a*, welcher der Capelle die innere Gestalt *c* geben soll, auf und thut mit einem hölzernen Hammer (Klepper) einige Schläge in senkrechter Richtung darauf. Dann dreht man den Mönch langsam heraus, dreht auch die Nonne etwas auf ihrer Unterlage und schiebt mit einem leisen Fingerdruck die Capelle aus der Form. Nach dem langsamen Trocknen in Zimmerluft werden die Capellen vor dem Gebrauche stark ausgeglüht (abgeäthmet).

Die Beschaffenheit der Capelle hat einen wesentlichen Einfluss auf das Silberausbringen bei der Probe. [1]) War das Korn des Knochenmehls zu grob oder die Capelle zu lose geschlagen, dann saugt sie mit dem Bleioxyd auch viel Silberoxyd ein; war das Korn zu fein oder wurden die Capellen zu dicht geschlagen, dann reissen sie leicht, saugen das Bleioxyd zu langsam ein, der Prozess dauert zu lange und es verflüchtigt sich mehr Silber. Zu lockere Capellen sind weniger anwendbar, als zu dichte.

Die Grösse derselben richtet sich nach der abzutreibenden silberhaltigen Legirung. Ihr oberer Durchmesser kann zwischen 1 bis 2 Zoll variiren.

---

1) Klasek in der Oester. Ztschr. 1857. No. 48. p. 379.

Geräthschaften des Probirers.

5) Geräthschaften des Probirers. Diese bestehen in Werkzeugen zum Nehmen und Zerkleinern des Probirgutes (Probelöffel, Hämmer, Reibschalen von Gusseisen, Messing, Porzellan, Achat oder Serpentin, Mörser von Stahl, Eisen oder Messing, Ambos, Schraubstock, Meissel, Bohrer, Feilen, Scheeren, Siebe, Rührspatel etc.), zur Aufnahme der kalten oder glühenden Gefässe nach dem Schmelzen oder der geschmolzenen Masse oder der dargestellten Metallkönige (Probenbretter, eiserne oder kupferne Giessbleche, Eingüsse von verschiedener Form und Grösse, Bleibleche zur Aufnahme der Silberkörner etc.), Gezähe zum Anfassen der Probirgefässe, ($2^1/_2$—3 Fuss und mehr lange eiserne Zangen oder Klüfte mit geraden Enden, gekrümmten Enden (Backenkluft) oder einer Gabel am Ende des einen Armes (Gabelkluft), Tiegelzangen bei Windöfen, eiserne Haken etc.), Geräthschaften zur Bedienung und Reinigung der Probiröfen (Kohlenschaufel, Kratze, Räumeisen etc.), ferner diverse Gegenstände (Bürsten, Pinsel, Magnet, Mengkapsel, Taf. II. Fig. 34 etc.).

Arbeiten des Probirers.

6) Hauptsächliche Arbeiten beim Probiren. Diejenigen Arbeiten, welche eine Zerlegung des Probirgutes auf chemischem Wege bezwecken, bestehen in einem Erhitzen des Körpers bei oder ohne Luftzutritt, wobei entweder eine Schmelzung eintritt (Schmelzen) oder nicht (Glühen, Rösten). Als hauptsächlichste Arbeiten sind zu nennen: das Glühen, Rösten und Schmelzen.

Glühen.

a) Das Glühen (Brennen, Calciniren) bezweckt bei Ausschluss des Luftzutrittes die Austreibung flüchtiger Körper (Wasser oder Kohlensäure aus Eisensteinen, Galmei und Borax, Verkohlung von Brennmaterialien, Zersetzung von Arsen- und Schwefelkies etc.) oder die Veränderung des Aggregatzustandes (Glühen von goldhaltigem Silber bei der Goldprobe vor dem Ausplatten); das Glühen bei Luftzutritt gleichzeitig eine Oxydation (Aschenbestimmung von Brennmaterialien, Umwandlung von Kupfer in Kupferoxyd bei der schwedischen Kupferprobe etc.).

Je nach dem Zwecke des Glühens wird dasselbe in offenen oder verschlossenen Gefässen in niedrigerer oder

höherer Temperatur in Probiröfen, über Kohlenfeuer oder über Lampen ausgeführt.

Man wendet beim Glühen zuweilen oxydirende Zuschläge (Salpeter bei Chromeisenstein) oder arsenicirende Zuschläge (metallisches Arsen bei der Nickel-, Kobalt- und Kupferprobe) an.

Rösten.

b) Das Rösten, welches in verschiedener Absicht (p. 59) geschehen kann, wird in der Weise ausgeführt, dass man das abgewogene Probirgut in einen Röstscherben (pag. 132) thut, dasselbe mittelst eines Spatels von der Mitte des Bodens aus radial nach den Seiten hin ausbreitet, um der Luft eine möglichst grosse Oberfläche darzubieten, und den Scherben in einem Muffelofen bei langsam steigender Temperatur zum Glühen bringt. Man dreht den Scherben zuweilen um seine Axe und hält die Temperatur möglichst so, dass keine Sinterung eintrete. Da dies aber schwer ganz zu vermeiden ist, so nimmt man die Röstscherben von Zeit zu Zeit aus dem Ofen und reibt die Masse in einem gusseisernen Mörser, oder wenn die Sinterung nur schwach war, im Scherben selbst auf. Man bedient sich dazu zweckmässig eines kleinen Instrumentes von Eisen, welches an einem Ende eine Schneide, an dem andern einen Knopf und in der Mitte eine hölzerne Handhabe hat. Mit der Schneide wird das Gesinterte vom Scherben losgetrennt und dann mit dem Knopfe die einzelnen Stücke zerdrückt. Um ein Anhaften des Röstgutes am Scherben zu vermeiden, reibt man denselben vorher mit Kreide aus oder bestreicht ihn mit Röthel (sehr fein geriebenem Eisenstein mit Wasser angemengt). Entwickeln sich aus dem Röstgute keine durch den Geruch wahrzunehmenden Gasarten (schweflige Säure, Arsensuboxyd) oder sichtbaren Dämpfe mehr und hat die vorher metallisch glänzende Substanz ein erdiges Ansehen angenommen, so ist ein weiteres Rösten für sich ohne Erfolg. Das Probirgut besteht dann im Wesentlichen aus Oxyden, gemengt mit mehr oder weniger schwefelsauren, antimonsauren und arsensauren Salzen. Müssen letztere möglichst vollständig zersetzt werden, so bedarf's jetzt einer reducirenden Röstung (p. 61) mit Zuschlägen von Kohlenstaub oder Graphit. Man fügt eins von diesen Reductionsmitteln entweder gleich zum

ungerösteten Erz, oder setzt es erst dann zu, wenn die oxydirende Röstung beendigt ist. In letzterem Falle wird der mit Probirgut und Kohle versehene Scherben anfangs verdeckt, dann zur Verbrennung des Kohlenstaubes bei Luftzutritt geglüht. Man muss um so öfter das Aufreiben, Einmengen von Kohle und Glühen wiederholen, als Geruch nach schwefliger Säure oder Arsensuboxyd wahrgenommen wird. Graphit ist meist dem Kohlenpulver vorzuziehen, weil ersterer langsamer verbrennt und vollständiger zur Wirkung kommt, während Kohlenpulver unter der Muffel schon theilweise verbrannt ist, ehe die zu reducirenden Substanzen recht ins Glühen gekommen sind. Da aber Graphit beim Verbrennen eine höhere Temperatur als Kohlenpulver gibt, so ist letzteres bei einem leichtschmelzigen Röstgut anwendbarer.

Zur Entfernung der letzten Antheile von Schwefelsäure aus den schwefelsauren Salzen reibt man das Röstgut, nachdem alle Kohle verbrannt ist, mit 40—60 % kohlensaurem Ammoniak in einem gusseisernen (nicht messingenen Mörser, welcher angegriffen wird) zusammen und glüht. Man hält dabei den Scherben so lange mit einem anderen bedeckt, bis kein Ammoniakgeruch mehr wahrzunehmen ist. Dabei vereinigt sich die Schwefelsäure mit dem Ammoniak zu flüchtigem schwefelsauren Ammoniak.

Schmelzen.

c) Das Schmelzen kann verschiedene Zwecke haben (p. 80) und muss danach die Wahl der Schmelzgefässe und der Schmelzöfen getroffen werden. In den meisten Fällen vermengt man das Probirgut mit Zuschlägen durch Zusammenreiben oder Mengen in einer kupfernen Mengkapsel (Taf. II. Fig. 34), um beim Schmelzen des Gemenges eine reducirende, oxydirende, solvirende, präcipitirende oder concentrirende Wirkung der Zuschläge auf die Bestandtheile des Röstgutes herbeizuführen. Häufig ist die Wirkung eines und desselben Zuschlages eine mehrfache, z. B. eine reducirende. und solvirende, eine solvirende und präcipitirende zugleich

Reducirende Zuschläge.

α) Reducirende Zuschläge, als:

Holzkohle wird entweder in Gestalt von Pulver zur Beschickung gegeben oder als ein Stückchen von etwa ½ Zoll Würfelseite in den Schmelztiegel oben auf die Be-

schickung, gewöhnlich auf die übliche Kochsalzdecke gelegt. Beim Schmelzen sinkt das von Kochsalz durchdrungene Kohlenstück im geschmolzenen Salz nieder, kommt mit der flüssigen Schlacke in Berührung und reducirt etwa verschlacktes Metall. Aufsteigende Kohlensäure wird durch die Kohle zu Kohlenoxydgas reducirt und die von Aussen zutretende Luft von demselbem zerlegt.

Kohlige Substanzen, wie Colophonium, Weizen- oder Stärkemehl werden beim Erhitzen der Beschickung verkohlt, es scheidet sich neben Entwicklung reducirender Gase Kohle in sehr fein zertheiltem Zustande aus und diese ist wirksamer, als der Beschickung beigemengtes Holzkohlenpulver. Im schwarzen Fluss ist der Kohlenstoff ebenfalls sehr fein zertheilt ausgeschieden. Man bereitet denselben gewöhnlich durch Zusammenmengen von $2\frac{1}{2}$ Theilen rohem Weinstein und 1 Theil Salpeter. Wird das Gemenge in einen erhitzten Thontiegel gethan oder auf die Oberfläche eine glühende Kohle gelegt, so entsteht eine Verpuffung der Masse, welche sich von oben allmälig nach unten zieht. Dabei oxydirt der Sauerstoff der Salpetersäure zunächst den Wasserstoff der Weinsteinsäure, als den am leichtesten oxydabeln Bestandtheil, und dann auch einen Theil Kohlenstoff. Da aber obiges Gemenge nicht so viel Salpeter enthält, dass aller Kohlenstoff der Weinsteinsäure oxydirt wird, so scheidet sich ein Theil davon im höchst fein zertheilten Zustande aus und mengt sich mit dem gleichzeitig gebildeten kohlensauren Kali. Nimmt man zu viel Salpeter, so erhält man nur kohlensaures Kali (weissen Fluss). Da der schwarze Fluss leicht Wasser anzieht und sich deshalb nicht längere Zeit trocken bequem aufbewahren lässt, so ersetzt man ihn bei Schmelzungen oft mit Vortheil durch ein Gemenge von 100 Theilen Potasche mit 10 — 15 Theilen Weizen- oder Roggenmehl.

Auch wendet man zu Proben das unverpuffte Gemenge von Weinstein und Salpeter (rohen Fluss) an (Englische Kupferprobe).

Cyankalium, K Cy, wird wohl als sehr kräftiges Reductionsmittel bei Zinnproben angewandt, im Gemenge mit Blutlaugensalz auch bei Bleiproben.

Oxydirende Zuschläge.

β) **Oxydirende Zuschläge**, hauptsächlich **Kalisalpeter** $\dot{K}\ \ddot{\ddot{N}}$ mit 46,56 Kali und 53,44 Salpetersäure und **Natronsalpeter** $\dot{Na}\ \ddot{\ddot{N}}$ mit 36,6 Natron und 63,40 Salpetersäure. Letzterer wird wegen seines Bestrebens, Wasser anzuziehen, weniger angewandt, als ersterer, dessen Gebrauch für die docimastischen Proben ausser zu rohem und schwarzem Fluss (auch zu oxydirenden Glühungen p. 137) ein sehr eingeschränkter ist. Die gewöhnlichen Verunreinigungen des Kalisalpeters durch Chloralkalien sind dabei ohne schädlichen Einfluss. Man bestimmt den Gehalt eines Salpeters an salpetersaurem Kali gewöhnlich nach der Husschen Krystallisationsprobe. [1])

Bleiglätte, $\dot{Pb}$, mit 92,83 Blei und 7,17 Sauerstoff wird bei Bestimmung des Wärmeeffectes von Brennmaterialien nach Berthier's Methode als Oxydationsmittel angewandt; in gleicher Weise wirkt dieselbe bei dem Ansieden oder bei Tiegelschmelzungen auf geschwefelte Erze, welche Gold oder Silber enthalten. Man wendet am besten von eingemengten Bleitheilen freie, fein gesiebte rothe Glätte an, deren Silbergehalt in manchen Fällen zuvor ermittelt sein muss.

Solvirende Zuschläge

γ) **Solvirende Zuschläge.** Dieselben sind entweder basischer oder saurer Natur.

Saure Zuschläge.

Als **saure Zuschläge** verwendet man **Kieselerde** als reinen Quarz im feingesiebten Zustande zur Auflösung von Basen. Ist ein Eisengehalt schädlich (z. B. bei Darstellung von Blaufarbenglas), so muss derselbe durch Digestion mit Salzsäure weggenommen werden.

Weisses Glas mit 55—78 % mehr oder weniger durch Basen bereits gesättigter Kieselsäure, welche von leicht reducirbaren Oxyden, wie Bleioxyd und arseniger Säure, frei sein muss, steht in seiner Schmelzbarkeit zwischen Borax und Flussspath.

Basische Zuschläge.

Als **basische Zuschläge** wirken:

Potasche, $\dot{K}\ \ddot{C}$, mit 68,09 Kali und 31,91 Kohlensäure.

---

1) Bodemann, Probirkunst, 1857. p. 107.

Dieselbe kann mit bedeutenden Mengen von schwefelsaurem, salzsaurem, phosphorsaurem und kieselsaurem Kali, Kieselerde, Eisenoxyd, Manganoxyduloxyd, Natronsalzen, unlöslichen Kalk-, Magnesia- und Eisensalzen verunreinigt und mehr oder weniger wasserhaltig sein, da sie sehr hygroskopisch ist. Die Potasche schmilzt in reinem Zustande bei starker Hellrothgluth und wirkt kräftig solvirend. Das kohlensaure Kali ist auch der solvirend wirkende Bestandtheil im **schwarzen und weissen Fluss.**

Calcinirte Soda, $\dot{Na}\,\ddot{C}$, mit 58,58 Natron und 41,42 Kohlensäure, billiger und leichter schmelzbar (in gewöhnlicher Rothgluth), als Potasche, aber weniger kräftig wirkend; kommt mit Aetznatron, Schwefelnatrium, unterschwefligsaurem und schwefligsaurem Natron verunreinigt vor. Ein Gemenge von 10 Theilen calcinirter Soda und 13 Theilen kohlensaurem Kali ist leichtflüssiger als jeder seiner Bestandtheile und dient zweckmässig zum Aufschliessen von Substanzen.

Kalkerde in Gestalt von **Kreide**, $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, mit 56,29 Kalkerde und **Flussspath**, Ca Fl, mit 52,57 Kalkerde.

Erstere ist unschmelzbar, letzterer in höherer Temperatur schmelzbar. Während in kohlensaurer Kalkerde nur die Kalkerde solvirend auf Kieselsäure wirkt, wird letztere durch beide Bestandtheile des Flussspathes entfernt; es bildet sich kieselsaure Kalkerde und flüchtiges Fluorsilicium.

Bleiglätte (p. 140) erzeugt leichtflüssige Silicate.

Eisenhammerschlag, $\dot{Fe}^6\,\dddot{\overline{Fe}}$, mit 75,68 Eisen, wird als kräftiges Solvirungsmittel bei Kupferproben angewandt, um eine Verschlackung von Kupfer zu verhindern.

Basische saure Z schläge

Eine gleichzeitig basische und saure Wirkung üben aus:

Borax im uncalcinirten oder calcinirten Zustande. Der rohe Borax krystallisirt mit verschiedenen Wassermengen, nämlich als $\dot{Na}\,\dddot{B}^2 + 10\,\dot{H}$ mit 16,37 Natron, 36,53 Borsäure und 47,10 Wasser und als $\dot{Na}\,\dddot{B}^2 + 5\,\dot{H}$ mit 21,41 Natron, 47,79 Borsäure und 30,80 Wasser. Beim Erhitzen in einem Thongefäss bläht er sich auf, schmilzt dann zu einem klaren

Glase, welches man in einen eisernen Mörser giesst und nach dem Erkalten pulvert (Boraxglas). Die darin enthaltene freie Borsäure kann Säuren und Basen auflösen und bildet damit leichtflüssige saure oder basische Doppelsalze.

Phosphorsalz $(\dot{Na}, \dot{N}H^4, \dot{H})\ \overset{..}{\ddot{P}} + 8\,\dot{H}$ mit 14,90 Natron. Verliert beim Calciniren sein Wasser und die Phosphorsäure wirkt noch kräftiger auflösend auf Basen und Säuren, als die Borsäure.

Thon, kieselsaure Thonerde in Gestalt eines geschlämmten, sich weiss brennenden Porzellan- oder Pfeifenthons. Die Thonerde darin (20—30 %) tritt als Säure und Base auf und kann deshalb als Ausgleichungsmittel für die nachtheiligen Extreme im Verkieselungszustande dienen.

Flussbefördernde Zuschläge.

δ) Flussbefördernde oder mechanisch wirkende Zuschläge, wohin besonders gehören:

Kochsalz, Na Cl mit 39,66 Natrium. Dasselbe befördert bei Tiegelschmelzungen theils den Fluss, theils dient es als Decke für das Schmelzgut, schmilzt (schon bei gewöhnlicher Rothglühhitze) leichter als dasselbe, verhindert den Luftzutritt zu den Proben, erschwert das Aufblähen derselben und spült an den Wänden haften gebliebene Metallkügelchen nieder.

Dasselbe kann mit Chlormetallen und schwefelsauren Salzen verunreinigt sein, von welchen letzteren dasselbe einer Reinigung mit Chlorbarium in gewissen Fällen bedarf. Das Kochsalz muss in einem verschlossenen Gefässe vorher erhitzt (verknistert, verkracht) sein.

Glas trägt häufig durch fast rein mechanische Wirkung zur Beförderung der Schmelzbarkeit eines Probirgutes bei.

Präcipitirende Zuschläge.

ε) Präcipitirende Zuschläge. Dieselben kommen besonders bei Zersetzung von Metallschwefelungen in Anwendung, wenn ein Metall ausgeschieden werden soll. Es gehören hierher:

Eisen in Form von 2—2½ Linien dicken und ¼ bis ⅜ Zoll langen Drahtstiften von 10—40 Probirpfund Gewicht (zu den Proben auf Blei und Antimon).

Entwässertes Blutlaugensalz, 2 K Cy + Fe Cy, im Gemenge mit Cyankalium wirkt kräftig zersetzend, wohl wegen der ausserordentlich feinen Zertheilung des Eisens in ersterem.

Kohlensaures Kali als Potasche und schwarzer Fluss und kohlensaures Natron als calcinirte Soda (p. 141), für sich oder in Verbindung mit Eisen. Potasche wirkt kräftiger entschwefelnd, als Soda. Es bilden sich dabei Schwefelalkalien, schwefligsaure, unterschwefligsaure und schwefelsaure Salze.

ζ) Concentrirende, als Ansammlungsmittel dienende Zuschläge, als:

Concentrirende Zuschläge.

Arsen in Gestalt von fein gepulvertem Fliegenstein, welcher aber von feuerbeständigen Körpern möglichst frei sein muss, z. B. von Kupfer, Silber, Eisen etc. Dient ausser zum Arseniciren durch Glühen damit (p. 137) als Zuschlag bei Kupferproben, um alles Kupfer als leichtflüssiges Arsenkupfer anzusammeln. Enthielt das Arsen Schwefel, so sprüht das Arsenkupfer beim Gaarmachen.

Blei zur Ausziehung des Silbers und Goldes beim Ansieden oder bei Tiegelschmelzungen. Man wendet dabei möglichst silberarmes Blei an, wie dasselbe zuweilen bei Hüttenprozessen fällt (Villacher, spanisches, nordamerikanisches Blei); oder das Frischblei wird künstlich, z. B. durch Pattinsoniren oder wiederholtes Abtreiben und Reduciren möglichst entsilbert, wie das Freiberger Probirblei mit höchstens 0,5 Pfundtheilen Silber in 100 Ctr. Blei; oder man wendet sonst reines Frischblei des Handels an und scheidet jedesmal aus der angewandten Bleimenge durch eine besondere Probe das darin enthaltene Silber ab. Beim Wägen des aus der Hauptprobe ausgebrachten Silbers legt man das Silberkorn vom Blei mit zu den Gewichten (Oberharzer Verfahren bei Frischblei, welches im Centner $1/8$ Loth Silber enthält). Man wendet das Probirblei entweder in kleinen Stücken an, die man von dünnen Bleistangen abschneidet oder welche in Halbkugelform gegossen sind, oder auch als Kornblei. Dasselbe wird auf die Weise bereitet, dass man 1—2 Pfund Blei in einem Tiegel etc. einschmilzt, dasselbe

nach gehörigem Abschäumen kurz vor dem Erstarren auf einen mit Kreide ausgestrichenen Holztrog ausgiesst, vorsichtig hin- und herschüttelt und dann so lange schwenkt, bis sich dasselbe in kleine eckige Körner getheilt hat, die man siebt. Statt des metallischen Bleies wendet man bei Tiegelschmelzungen auch wohl Bleiglätte und Bleiweiss mit etwas Kohlenstaub oder bis zu einem gewissen Grad geglühten Bleizucker [1]) an, welcher in der unzersetzt bleibenden Essigsäure einen hinreichenden Kohlenstoffgehalt zur Reduction des Bleioxydes enthält. Der Silbergehalt der Bleiglätte ist meist so gross, dass er durch eine besondere Probe ermittelt werden muss (Oberharzer Glätte enthält 0,062—0,125 Loth Silber im Centner). Bleiweiss und Bleizucker haben einen meist zu vernachlässigenden geringen Silbergehalt. PETTENKOFER fand im Bleizucker durchschnittlich 0,044 Loth Silber im Centner.

Silber in reinem Zustande setzt man zur Ansammlung geringer Bleimengen oder bei arsenicirten Kupferproben zu.

Gold wird zweckmässiger als Silber bei der PLATTNER-schen Kupferprobe zugeschlagen, wenn Nickel und Kobalt anwesend sind.

Sublimiren und Destilliren.

d) Sublimiren und Destilliren, ein Erhitzen des Probegutes in passenden Gefässen (Röhren, Retorten) mit Vorlagen, gewöhnlich in Windöfen (p. 129).

§. 34. Quantitative Löthrohrproben.

Geschichtliches.

Das Löthrohr ist zuerst von E. HARKORT [2]) zur quantitativen Bestimmung des Silbers in Erzen und Hüttenproducten angewandt und sein Gebrauch später von PLATTNER [3]) mit dem glücklichsten Erfolge auch auf die Bestimmung des Goldes, Kupfers, Bleies, Zinnes, Nickels, Kobalts und Wismuths ausgedehnt worden. Manche dieser Proben, z. B. die Nickel- und Kobaltprobe, gestatten eine eben so genaue

1) MALAGUTI und DUROCHER, über das Vorkommen und die Gewinnung des Silbers, deutsch von HARTMANN. 1851. p. 3. — PETTENKOFER im Bgwfd. XI, 49; Polyt. Centr. 1846. p. 514.

2) HARKORT, die Probirkunst mit dem Löthrohre. 1. Heft. Die Silberprobe. Freiberg bei Craz und Gerlach. 1827.

3) PLATTNER, Probirkunst mit dem Löthrohr. Leipzig 1853. p. 525.

Bestimmung des Metallgehaltes auf einfachere Weise, als eine analytische Probe. WEBSKY[1]) hat neuerdings die quantitativen Bestimmungen mittelst des Lothrohrs erweitert.

Arbeiten d Probirers

Die **Arbeiten des Probirers** bestehen hauptsächlich im Zurichten des Probirgutes durch Zerkleinern, Trocknen etc., im Glühen, Rösten und Schmelzen. Dabei bedarf man nachstehender Apparate[2]), Geräthschaften und Materialien:

Apparate

Gewichte

1) **Gewichte**, und zwar ein **Centnergewicht**. Man nimmt gewöhnlich den Löthrohrprobircentner (aus Silber gefertigt) = 1 Decigramm = 100 Milligramm und wiegt bis zu 0,1 Milligramm aus. Die Bruchtheile eines Milligramms sind aus Federmark gefertigt. Als grösstes Gewicht sind 10 Probircentner = 1000 Milligramm vorhanden.

Wage.

2) **Löthrohrwage**, ähnlich eingerichtet, wie die Kornwage (S. 121), muss bei 2 Decigramm Belastung noch 0,1 Milligr. mit einem ganz deutlichen Ausschlag angeben.

Löthrohr

3) **Löthrohr** von Messing oder Argentan, etwa 20 Centimeter lang, am weiteren unteren Ende mit einem flachen Hornmundstück von 35 Millimeter Durchmesser versehen. Das andere Ende enthält Windkasten, Seitenrohr und Platinspitze, einzeln an einander zu fügen und durch Friction zusammenhaltbar. Die Platinspitze hat ein 0,4 Millim. weites Loch, welches durch Ausglühen der Spitze in einer Weingeistflamme von anhaftendem Russ gereinigt werden kann.

Beim Blasen legt man die beiden mittleren Finger der rechten Hand fest um das Windrohr, so dass dasselbe auf den beiden anderen Fingern ruht, während der Daumen frei bleibt, stützt die Hand auf eine feste Unterlage, holt durch die Nase Athem und presst die Luft durch die angespannten Backenmuskeln aus, wobei der Gaumen als Ventil dient.

SCHIFF[3]) hat ein einfaches Standlöthrohr empfohlen.

Löthrohrgebläse

Man hat auch mechanische Vorrichtungen zum Hervorbringen einer Löthrohrflamme ohne Beihülfe der Lunge, sogenannte **Löthrohrgebläse**, bei denen ein Strom atmosphärischer Luft, Sauerstoff oder brennbare Gasarten durch

1) Bgwfd. 1860. Neue Folge 1. Bd. 1. Hft.

2) Ein Freib. Löthrohrapparat kostet je nach seiner Vollständigkeit 85—95 Thlr.

3) Ann. der Chem. u. Pharm. CXI, 368. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 83.

die Flamme geblasen wird. Eine Zusammenstellung solcher Gebläse ist von SCHEERER in seinem Löthrohrbuche gegeben.

Sehr einfach und zweckmässig construirt ist das Löthrohrgebläse von ROHRBECK (Taf. II. Fig. 35). Dasselbe besteht aus einem vermittelst Kugelcharnier *a* in jede beliebige Richtung zu stellenden Löthrohr *b* mit Platinspitze. Ein Kautschukblasbalg *c* wird mittelst des Windkessels von Kautschuk *d* durch Drücken mit der Hand mit Luft gefüllt, welche in einem continuirlichen, durch einen Hahn *e* zu regulirenden Strom durch die Löthrohrspitze ausströmt. Der Windkessel ist mit einem Ein- und Auslassventil versehen.

Löthrohrlampe.

4) Löthrohrlampe, am zweckmässigsten von der PLATTNER'schen Construction und mit raffinirtem Rüböl oder einem Gemisch von 6 Volum Alkohol von 86°, 1 Volum Terpentinöl und einigen Tropfen Aether gespeist. Dieselbe enthält eine von rechts nach links schräg gefeilte Dille (Taf. II. Fig. 36) von 12 Millim. lichter Breite und 5 Millim. Weite zur Aufnahme eines doppelt zusammengelegten baumwollenen Dochtes.

Beschaffenheit der Flamme.

Durch das Anzünden des Dochtes wird die Zersetzung des von demselben aufgesogenen Brennmaterials eingeleitet, wobei im Wesentlichen Kohlenwasserstoffverbindungen entstehen, welche sich an der Luft entzünden und über dem Dochte die Flamme bilden. An einer solchen Flamme lassen sich folgende Theile unterscheiden:

a) ein dunkler durchsichtiger Theil im Innern derselben unmittelbar über dem Dochte,

b) ein denselben umgebender stark leuchtender,

c) eine die leuchtende Flammenpartie umschliessende, wenig leuchtende, schwach gelbrothe Hülle (Schleier) und

d) eine blaue Zone an der Basis der Flamme.

Die chemischen Vorgänge in den einzelnen Flammentheilen werden dadurch hervorgerufen, dass die atmosphärische Luft beim Durchgang durch die Flamme von den Kohlenwasserstoffverbindungen ihres Sauerstoffs allmälig beraubt wird, wobei wegen seiner grössern Verwandtschaft zu demselben der Wasserstoff früher verbrennt, als der Kohlenstoff. Der zu dem untern Theile der Flamme im Ueberschuss zutretende Sauerstoff verbrennt den Wasserstoff zu Wasserdampf, den Kohlenstoff zu Kohlensäure und Kohlen-

oxydgas, welches letztere die brennende Zone an der Basis der Flamme *d* blau färbt.

Der innere dunkle, durchsichtige Kegel *a* der Flamme ist das Reservoir für die aus dem Docht aufsteigenden Gase, zu denen der Sauerstoff der Luft von aussen dringt. An der Peripherie der Flamme verbrennt bei dem ungehinderten Luftzutritt Wasserstoff und Kohlenstoff; bei weiterem Vordringen der ihres Sauerstoffs immer mehr und mehr beraubten Luft ins Innere verbrennt nur der leichter oxydable Wasserstoff, während der ausgeschiedene Kohlenstoff ins Glühen versetzt wird und die leuchtende Hülle *b* bildet. Letztere, eine glühende und brennende, stetig erneuerte Gaswand umschliesst den dunkeln Kegel, zu welchem kein Sauerstoff mehr dringen kann.

Die Intensität der Verbrennung ist um so schwächer, einen je grösseren Weg der zur Flamme zutretende Sauerstoff bereits zurückgelegt hat, woraus sich die dunkle Färbung der obern innern leuchtenden Hülle erklärt. Da die höher liegenden Theile der Flamme die Verbrennungsproducte der darunter liegenden aufnehmen, so wird die Flamme nach der Spitze zu immer ärmer an brennbaren Theilen. In Folge dessen kann die die höhern Theile der Flamme von aussen her durchdringende Luft bis zur völligen Verzehrung des freien Sauerstoffs einen weitern Weg in der brennenden Gaswand zurücklegen, wodurch die Dicke der leuchtenden Hülle nach der Spitze hin zunimmt und oben als ein massiver Kegel erscheint. Der die leuchtende Hülle äusserlich umgebende wenig leuchtende Theil, der sogenannte Schleier *c*, besteht aus glühender atmosphärischer Luft, gemengt mit den letzten Verbrennungsproducten der Flamme.

Bei einer Weingeistflamme ist der innere Kegel wegen der Leichtflüchtigkeit des Brennmaterials sehr gross, die leuchtende Hülle bildet wegen der Kohlenstoffarmuth des Weingeistes und wegen sehr geringer Ausscheidung von Kohlenstoff nur einen ganz dünnen leuchtenden Theil, und der Schleier erscheint, weil das Auge nicht geblendet wird, ungewöhnlich ausgedehnt. Oel gibt höhere Temperaturen als Weingeist und eignet sich deshalb besser zu quantitativen Löthrohrproben.

Eine jede solche Flamme hat eine Reductions- und Oxydationszone. Erstere liegt in der dem innern Kegel zugekehrten Grenze der leuchtenden Flammenspitze, der glühende Kohlenstoff nimmt Sauerstoff auf, während der verbrennende Wasserstoff die dazu erforderliche Temperatur liefert. Der äussere Saum der Flamme, der Schleier, bildet die Oxydationszone, indem darin die zur Oxydation eines Körpers erforderlichen Bedingungen, hohe Temperatur und Luftzutritt, vorhanden sind.

Durch Einblasen von Luft mittelst des Löthrohres in das Innere der Flamme, welche dabei eine mehr oder weniger horizontale Richtung erhält, wird die Verbrennung lebhafter und in Folge dessen die Temperatur im Oxydations- und Reductionsraum erhöht, so dass, wenn man den zu untersuchenden Körper in der Flamme erhitzt, energischere Reactionen erfolgen, als in der gewöhnlichen Flamme.

Die Oxydationsflamme (Taf. II. Fig. 36, 37) entsteht in Form eines blauen spitzen Kegels, wenn eine weitere Löthrohrspitze etwa $^1/_3$ in die Flamme hineingehalten und der Luftstrom dicht über den schräg abgeschnittenen Docht hingeführt wird. Dabei durchdringt die gepresste Luft die brennbaren Gase vollständig, der Wasserstoff verbrennt zu Wasser, der Kohlenstoff grösstentheils zu Kohlensäure, ein geringer Theil aber auch zu Kohlenoxydgas, welches den Flammenkegel blau färbt. Die Spitze des Kegels bildet den heissesten Theil, wo die Oxydation eines oxydirbaren Körpers bei dem ungehinderten Luftzutritt am kräftigsten stattfindet. Weiter nach dem Innern des blauen Kegels zu nimmt die Temperatur ab und das Kohlenoxydgas kann eine geringe reducirende Wirkung ausüben.

Die Reductionsflamme (Taf. II. Fig. 38) wird in Gestalt eines langen schmalen leuchtenden Cylinders erhalten, wenn man eine engere Löthrohrspitze in mittlerer Höhe der Flamme (nicht dicht über dem Dochte) wenig in dieselbe hineinragen lässt und den Luftstrom in einiger Entfernung über den Docht hinleitet. Dabei treibt der Luftstrom die Flamme vor sich her, durchdringt dieselbe aber nicht vollständig, so dass noch glühende Kohlentheilchen darin suspendirt bleiben. Wird die Flamme durch zu wei-

tes Einhalten eines kalten Körpers abgekühlt, so setzt sie auf demselben Russ ab.

BUNSEN[1]) bedient sich bei der von ihm angegebenen Methode zur Erkennung von Kali, Natron und Lithion durch Flüchtigkeitsversuche eines Leuchtgasbrenners.

Unterlage

5) Unterlagen für die zu erhitzenden Körper. Als solche sind besonders zu bezeichnen:

Kohle.

a) Kohle, und zwar entweder natürliche Kohlen von Fichtenholz oder künstliche, aus einem Gemenge von Kohlenstaub und Kleister in Formen gepresst, getrocknet und bei Luftabschluss geglüht.

Die Kohlen kommen entweder als 80—100 Mill. lange, parallelepipedische Stücke oder als Kohlentiegel (Taf. II. Fig. 39) zur Verwendung, welche letzteren dann in eine Kohle oder in einen ausgehöhlten Bimsteincylinder *d* (Taf. II. Fig. 38) gesetzt werden, den man gut drehen und wenden kann.

Thontiegel

b) Thontiegel als Röstschälchen (Taf. II. Fig. 40) und als Schmelztiegel *a* (Taf. II. Fig. 41), letztere auch wohl mit Kohle *b* ausgefüttert (Taf. II. Fig. 42). Das Erhitzen dieser Thongefässe geschieht in einem Kohlenhalter (Taf. II. Fig. 43). Dieser besteht aus einem viereckigen Kästchen aus Eisenblech, dessen Seiten 32 Millim. breit und 36 Millim. hoch sind. In demselben wird mittelst der am Halter *h* befindlichen Schraube *s* und des Plättchens *t* ein prismatisches Holzkohlenstück *e* eingezwängt, welches mittelst eines Kohlenbohrers mit einer etwas grössern Höhlung versehen ist, als ein Schmelztiegel einnimmt. An der Seite hat der eiserne Kohlenhalter eine Oeffnung *a* (Fig. 43c), deren nach oben gehender Spalt durch ein kleines bewegliches Eisenblech geschlossen und geöffnet werden kann und durch welche mittelst eines kleinen Kohlenbohrers ein Canal *f* bis auf den tiefsten Punct der Höhlung gebohrt wird. An der Seite links von der Handhabe *h* hat der Kohlenhalter einen Einschnitt *m* (Fig. 43b u. c), durch welchen das Ende eines in den Kohlenhalter horizontal eingelegten ringförmigen Platin-

1) POGGEND. Ann. VI, 84; CXI, 257. B. u. h. Ztg. 1860. S. 82.

drahtes p (Fig. 43d) hindurchgeht und nachdem dasselbe rechtwinklig umgebogen ist, in eine unter der Spalte befindliche Hülse n (Fig. 43c) von Messing gesteckt wird, damit der Draht im Kohlenhalter festliegt. In den Ring desselben wird nun das Röstschälchen a (Fig. 43b) oder der Schmelztiegel a (Fig. 43a) gestellt und dadurch erhitzt, dass man die Löthrohrflamme mehr oder weniger in den Canal f treten lässt und die Kohle in der Höhlung zum Glühen bringt, wodurch der Tiegel erhitzt wird. Sollen höhere Temperaturen hervorgebracht werden, so bedeckt man den Schmelztiegel mit einem umgekehrten Röstschälchen d (Fig. 43a) und setzt darauf noch einen ausgehöhlten Kohlendeckel c, welcher bei b schornsteinartig durchbohrt ist. Damit die Kohle an der dem Canal f entgegengesetzten Seite nicht zu rasch verbrennt, bringt man wohl an dieselbe ein bauchiges Platinblech q (Fig. 43d), welches an den Platindraht gehängt wird.

Capellen.

c) Capellen. Behuf des Abtreibens von Werkblei wendet man kleine Capellen an, welche man entweder in die Höhlung eines Bimsteincylinders oder einer Kohle thut und dann der Oxydationsflamme aussetzt. Oder man schlägt die Capellenmasse mittelst eines eisernen Mönches (Bolzen) in eine eiserne Form b (Taf. II. Fig. 36, 37) als eine dünne Schale und stellt die Form in ein Stativ a (Capelleneisen) zwischen dessen 4 Arme. Das Stativ lässt sich leicht drehen und neigen.

Sodapapier.

d) Sodapapiercylinder. Feines Briefpapier wird mit Soda getränkt, getrocknet, in Streifen geschnitten und um einen Holzcylinder von 25 Millim. Länge und 7 Millim. Stärke gewickelt, das vorstehende Ende zusammengelegt und dadurch der Boden eines oben offenen Cylinders gebildet, wenn man den Holzcylinder herausgezogen hat. In den Cylinder packt man das Probirgut ein und erhitzt dasselbe in einer Kohlengrube vor dem Löthrohr, wobei durch den Sodacylinder einem Verblasen von Erztheilchen vorgebeugt wird.

Geräthschaften.

6) Sonstige Geräthschaften sind noch: Mengkapsel von Messing (Taf. II. Fig. 44), Probenlöffel von Knochen (Taf. II. Fig. 45), Probirbleisieb, Probirbleimass (Taf. II. Fig. 46), Massstab zu Silber- und Gold-

proben, Loupe, Pincetten, Hammer, Ambos, Stahl- und Achatmörser, Kohlenbohrer, Pinsel, Glaskolben zum Glühen etc.

7) Löthrohrreagentien. Dieselben wirken entweder reducirend (Graphit beim Rösten von Schwefel- und Arsenverbindungen, Stärkemehl und Weinsteinsäure bei Blei-, Wismuth-, Nickel- und Kobaltproben), solvirend (trockne Soda, für sich oder im Gemenge mit kohlensaurem Kali, Boraxglas, verglaste Borsäure, Phosphorsalz), flussbefördernd und luftabschliessend (Kochsalz), ansammelnd (Probirblei, Silber, Gold), arsenicirend (metallisches Arsen), präcipitirend (Eisen als kleine Drahtstückchen zur Zerlegung von Schwefelblei etc., ähnlich wirkt auch die Soda).

Löthrö[hr]reagent[ien].

§. 35. Quantitative Proben auf nassem Wege. Wo die trockne Probe nur annähernde Resultate gibt oder umständlich auszuführen ist, wendet man wohl auf Hüttenwerken einfache Proben auf nassem Wege an, welche aber meist mehr chemische Kenntnisse, als die trocknen Proben, und ein Bekanntsein mit den chemischen Manipulationen abseiten des Probirers voraussetzen.

Anwend[ung] der nass[en] Probe[n].

Die dabei vorkommenden Arbeiten bestehen in einem Auflösen, Digeriren, Abdampfen, Niederschlagen, Filtriren, Aussüssen, Decantiren, Glühen, Trocknen und Verbrennen von Filtern u. dgl. m.

Arbeit[en] dabei.

Als Lösungsmittel dienen Wasser und verschiedene Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Königswasser, Essigsäure), zum Fällen verschiedene Reagentien, welche bei den einzelnen Proben näher angegeben werden sollen.

Die Proben werden entweder nur allein auf nassem Wege ausgeführt, oder auf trocknem und nassem Wege zugleich (z. B. Goldproben).

Verschie[dene] Arten [der] Probe[n].

Die Proben auf nassem Wege sind entweder:

1) Gewichtsproben; der zu bestimmende Körper wird entweder durch einen andern aus seiner Lösung ausgeschieden und dessen Gewicht ermittelt (schwedische Kupferprobe, Nickelprobe, Chromprobe etc.), oder der reagirende Körper erleidet einen Gewichtsverlust, aus welchem die Menge des

Gewicht[sana]lysen.

zu bestimmenden Körpers berechnet wird (Kupfer bei der FUCHS'schen Eisenprobe und der Manganprobe); oder der zu untersuchende Körper erleidet einen Gewichtsverlust (FRESENIUS' und WILL's Potaschen-, Soda- und Braunsteinprobe).

Als Geräthschaften sind hierbei erforderlich: Digerirgläser, Porzellanschalen, Bechergläser, Trichter, Rührstäbe, Glastafeln, Porzellantiegel, Schwefelwasserstoffapparat u. a.

Massanalysen.

2) Massanalytische, volumetrische oder Titrirproben (S. 6). Dieselben bezwecken die quantitative Ermittelung eines Metalles etc. durch Lösungen, welche eine bestimmte Quantität Reagens in einem gewissen Volumen enthalten und deren verbrauchte Mengen in graduirten Röhren (Büretten, Tropfgläsern) oder Kugelröhren mit bestimmtem Inhalt (Pipetten) gemessen werden. Wegen ihres bestimmten Gehaltes (Titre) an Reagens nennt man diese Lösungen titrirte oder normale Flüssigkeiten.

Verschiedene Arten von Massanalysen.

Die Vollendung einer Operation (Reactionsende gibt sich durch sichtbare Erscheinungen zu erkennen, und zwar in der Art, dass

a) der zu untersuchende Körper, welcher eine Säure oder eine Basis ist, mittelst der titrirten Flüssigkeit gesättigt wird (Sättigungsanalysen, für Säuren, Potasche, Soda etc. anwendbar);

b) der zu ermittelnde Körper in fester Form mittelst der titrirten Flüssigkeit niedergeschlagen und das Reactionsende dadurch erkannt wird, dass kein Niederschlag mehr entsteht (Fällungsanalysen, wie bei PELOUZE's Kupferprobe, SCHAFFNER's Zinkprobe, GAY-LUSSAC's Silberprobe etc.);

c) der zu bestimmende Körper mit Hülfe der Normalflüssigkeit oxydirt oder reducirt wird, wobei das Eintreten gewisser Färbungen oder deren Verschwinden Kennzeichen für die beendigte Reaction gibt. (Oxydations- und Reductionsanalysen, wie MARGUERITTE's Eisenprobe, SCHWARZ' Kupferprobe etc.)

Die hauptsächlichsten Instrumente bei der Massanalyse sind:

Büretten.

a) Büretten oder Tropfgläser, mit einer Theilung

und Ausgussöffnung versehene Glascylinder, von denen MOHR's **Quetschhahnbürette** (Taf. II Fig. 47) sich durch Einfachheit auszeichnet. *a* Glasröhre, etwa 15—20 Millim. weit, in gewöhnlich 60 Cubikcentimeter eingetheilt, den Nullpunct meist oben, an dem einen Ende ausgezogen. *b* Kautschukröhre, etwa 25 Millimeter lang, an das ausgezogene Ende der Röhre *a* angebunden und am untern Ende mit einer kleinen ausgezogenen Glasröhre *c* versehen. Der Quetschhahn (Taf. II. Fig. 48) aus hart gezogenem Messingdraht *d* von $2^1/_2$—3 Millimeter Dicke presst die Röhre *b* zusammen und öffnet dieselbe, wenn man an den Knöpfen *a* drückt, so dass die Normalflüssigkeit aus der Röhre ausfliessen kann. Wird dieselbe durch organische Körper (Kautschuk) zersetzt, wie z. B. das übermangansaure Kali, so ändert man den Apparat dahin zweckentsprechend ab, dass man die Röhre *c* nebst der Kautschukröhre *b* weglässt, die untere Röhrenöffnung von *a* enger auszieht und die obere Oeffnung durch einen Kork verschliesst. In dessen Durchbohrung bringt man einen Messinghahn oder einen Quetschhahn an. Beim Oeffnen desselben fliesst die in der Bürette enthaltene Flüssigkeit aus.

Man kann sich in diesem Falle auch einer GAY-LUSSAC-schen **Bürette** (Taf. II, Fig. 49) bedienen. An eine oben offene und mit einem Fusse versehene, in Cubikcentimeter eingetheilte Glasröhre von 0,2 — 0,4 Meter Länge und 0,01 — 0,02 Meter Weite ist unten eine dünne Röhre angelöthet, welche oben gebogen und mit einer feinen Oeffnung versehen ist. Die Röhre fasst 50 — 100 Cubikcentimeter Flüssigkeit. Der Nullpunct befindet sich etwas unterhalb der Biegung des Ausgussrohres. Beim Gebrauche füllt man diese Bürette bis über den Nullpunct, neigt sie nach der engen Röhre zu und lässt so viel Flüssigkeit auslaufen, bis das untere Flüssigkeitsniveau mit dem Nullpuncte der Theilung zusammenfällt. Dann giesst man von der Normalflüssigkeit so viel in die Probeflüssigkeit, bis das Reactionsende eintritt und liest die verbrauchten Grade ab. Bei diesem Ablesen fasst man die Bürette, damit sie sich genau senkrecht stellt, am obern Ende mit dem Daumen und Mittelfinger lose an und bringt dieselbe so vors Auge, dass das untere Ni-

veau des Flüssigkeitsmeniskus mit einer entfernten Horizontallinie, die für alle Ablesungen beizubehalten ist, zusammenfällt. Dann erst liest man an der Theilung die Linie ab, mit der das Niveau der Flüssigkeit zusammenfällt. Kommt das Niveau zwischen zwei Theilstriche zu stehen, so schätzt man nach dem Augenmasse noch kleinere Theile ab. Mit Hülfe der entfernten Horizontallinie ist man im Stande, das Niveau der Flüssigkeit immer in gleicher Höhe vor dem Auge zu haben. Die Genauigkeit der Ablesung lässt sich dadurch erhöhen, dass man durch Versuche ermittelt, wie viel einzelne Tropfen jeder Theil Flüssigkeit enthält. Man muss dann die letzten Tropfen bei der Beendigung einer Reaction zählen.

Die Gay-Lussac'sche Bürette hat im Vergleich mit der Mohr'schen folgende Nachtheile: man ist nicht im Stande, genau einen bestimmten Theil der titrirten Flüssigkeit auszugiessen; das Ausfliessen wird oft durch ein Luftbläschen an der Ausgussöffnung gehemmt, welches nur durch kräftiges Einblasen von Luft in dieselbe beseitigt werden kann; nach beendigter Reaction versperrt ein kleines Tröpfchen Flüssigkeit die Ausflussöffnung und alterirt dadurch den Stand der Flüssigkeit im weiten Rohre, was durch Einblasen von Luft verhindert werden muss; neigt man die Röhre zu stark, so fliesst leicht Flüssigkeit aus dem grössern Rohre aus. Noch ein Vorzug der Mohr'schen Bürette ist, dass dieselbe bei ihrer Einfachheit leicht hergestellt werden kann. [1])

Erdmann's [2]) Schwimmerbürette gestattet ein genaues Ablesen. Von den sonst noch empfohlenen Büretten, welche mehr oder weniger die Nachtheile der Gay-Lussac'schen haben, gewährt Jordan's [3]) Bürette einen hohen Grad von Genauigkeit, ist aber kostbar. Zweckmässiger sind die Büretten mit kurzem Ausgussrohr am oberen Ende.

1) Ueber das Calibriren von Glasröhren: Handwörterbuch der reinen u. angew. Chem. Bd. II, p. 1053. — Dingl., Bd. 136. p. 121. — Polyt. Centr. 1857. p. 194. — Erdm., J. f. pr. Ch. 1859. No. 3. p. 177.
2) Erdm., J. f. pr. Chem. Bd. 71. p. 193.
3) Pogg. Ann. Bd. 34. p. 46.

b) **Pipetten oder Saugröhren**, welche den Zweck haben, von irgend einer Flüssigkeit mit Leichtigkeit ein bestimmtes Volumen abzumessen. Dieselben bestehen aus an dem einen Ende dünn ausgezogenen cylindrischen Röhren mit oder ohne angeblasene Kugeln etc., welche bis an eine Marke ein bestimmtes Volum Flüssigkeit fassen (z. B. 5, 10, 15 etc. Cubikcent.). Dieselben werden so gefüllt, dass man sie in die betreffende Flüssigkeit bis über die Marke eintaucht, wodurch sie sich von selbst füllen, oder die Flüssigkeit mit dem Munde ansaugt, die obere Oeffnung mit dem Finger verschliesst und so lange Flüssigkeit durch Lüften des Fingers auströpfeln lässt, bis das untere Flüssigkeitsniveau mit der Marke und einer entfernten Horizontallinie zusammenfällt. Durch Abnehmen des Fingers entleert man das Instrument in die Probeflüssigkeit.

Pipetten

c) **Grössere Massgefässe.** Glaskolben mit einer Marke am Halse, welche ein bestimmtes Volumen Flüssigkeit, z. B. 500 oder 1000 Cubikcentimeter enthalten. (Literflaschen mit 1 Liter Inhalt = 1 Cubikdecimeter = 1000 Cubikcentimeter = 1 Kilogr. Wasser von + 4° C.)

Massgefä

Die **Arbeiten des Massanalytikers** bestehen in der Zerkleinerung, dem Trocknen, dem Abwägen (DELEUIL's Wage von MOHR hierzu empfohlen pag. 122) und Auflösen des Probirgutes; der Herstellung der Normallösungen (z. B. von übermangansaurem Kali, Stärkekleister und Jod, Schwefelnatrium, chromsaurem Kali, Säuren etc.), Ausführung und Berechnung der Analyse.

Massanatische beiten.

Behuf **Herstellung der Normallösungen** löst man entweder a) das reine, trockne, genau abgewogene Reagens, wenn nöthig bei erhöhter Temperatur, in wenig Wasser, lässt erkalten und verdünnt mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur bis zu dem bestimmten Grade in einer grösseren Massflasche von 500—1000 Cubikcentimeter Inhalt. Dabei muss das untere Flüssigkeitsniveau genau mit der Marke der Massflasche und einer entfernten Horizontallinie zusammenfallen. Die Lösung wird dann gut verschlossen aufbewahrt.

Ein in Auflösung gebrachter fester Körper (z. B. Kochsalz) oder eine Flüssigkeit (z. B. Schwefelsäure) wird dadurch titrirt, dass man sie b) mit Hülfe einer andern Probeflüssig-

keit von bestimmtem Gehalt auf ihren Gehalt an wirksamem Reagens prüft. Aus dem gefundenen Gehalt an letzterem lässt sich dann leicht berechnen, wie viel man davon abwägen oder abmessen muss, um gerade eine bestimmte Quantität von wirksamem Reagens zu erhalten.

Eine solche Normallösung muss auf einfachem Wege herzustellen und möglichst unveränderlich sein, auch das Reactionsende genau erkennen lassen, was z. B. durch Farbenveränderungen besser geschieht, als bei Fällungsanalysen.

Die Berechnung der Analyse kann auf mehrfache Weise geschehen:

a) Man wägt von dem Probegut eine beliebige Menge ab, prüft dieselbe mit der Normallösung und berechnet nach Formeln mittelst der verbrauchten Menge von letzterer den Procentgehalt.

b) Von der zu untersuchenden Substanz wird so viel abgewogen, dass man von der Normallösung genau 100 Cubikcent. gebrauchen würde, wenn die Substanz nur den einen zu bestimmenden Körper in vollkommener Reinheit enthielte.

c) Man wägt eine constant bleibende Menge der zu untersuchenden Substanz ab, z. B. 1 Gramm, und richtet die Normallösung so ein, dass gerade 100 Cubikcent. derselben nöthig sind, um mit 1 Gramm chemisch reiner Substanz eine Reaction zu vollenden. Die verbrauchten Cubikcent. Lösung geben genau die Anzahl der Procente von dem zu bestimmenden Körper in der untersuchten Substanz an.

d) Man wiegt 1 Aequiv. des Reagens in Grammen ab, verdünnt zu 100 Cubikcent. und ebenso 1 Aequiv. in Grammen von dem zu bestimmenden Körper, wo dann die verbrauchten Cubikcent. der Normallösung direct den Procentgehalt des zu ermittelnden Körpers angeben.

Hat man mit ein und derselben Normallösung verschiedene Körper zu probiren, so empfiehlt sich die erste Methode der Berechnung, dagegen die anderen, wenn man die Normallösung meist nur zur Prüfung eines Körpers verwendet. Das zweite Verfahren kommt nur in besondern Fällen in Anwendung (z. B. bei der Gay-Lussac'schen Silberprobe). Man spart dabei zwar am Schlusse der Analyse die Berech-

nung, eine solche muss aber zu Anfang geschehen und ist dann oft zeitraubender.

3) Colorimetrische Proben, welche darauf beruhen, dass eine durch die zu ermittelnde Substanz gefärbte Lösung um so intensiver erscheint, je mehr von ersterer darin enthalten ist. Erzeugt man sich dann eine Flüssigkeit von bekanntem Gehalt, also mit bestimmter Farbenintensität (Musterflüssigkeit), so lässt sich durch Verdünnung der Probeflüssigkeit die Farbenintensität in beiden Flüssigkeiten gleich herstellen. Aus dem gemessenen Volum der Probeflüssigkeit und dem bekannten Metallgehalt der Musterflüssigkeit kann dann die Quantität des fraglichen Körpers berechnet werden (Heine's, Jacquelin's, v. Hubert's und Müller's colorimetrische Kupferprobe).

Colorimetrische Pro

Man bedarf bei diesen Proben Apparate und Geräthschaften zum Auflösen und Fällen, Gläser für die Muster- und Probeflüssigkeiten, Gemässe von Porzellan oder Glas etc.

§. 36. Mechanische Prozesse, welchen die Erze auf den Hütten vor ihrer chemischen Behandlung unterworfen werden. Hierher gehören die Zerkleinerungs-, Scheidungs- und Mengungsarbeiten.

A. Zerkleinerungsarbeiten. Die Korngrösse[1]) der Erze und Hüttenproducte (S. 70) ist von wesentlichem Einflusse auf das Gelingen des metallurgischen Prozesses und variirt je nach dem Zwecke des letzteren, nach der Verschiedenheit der metallurgischen Apparate, in denen die Erze verarbeitet werden sollen, und nach der Leichtigkeit, mit welcher sich die Erze chemisch zerlegen lassen (Rösten und Schmelzen von Schliegen in Flammöfen, von Knörpelerzen in Schachtöfen). Der Theorie nach würde durch die Zerkleinerung der Erze etc. zur Pulverform und die vollständige Vermengung der Schmelzmaterialien, da eine solche eine fast augenblickliche Reaction beim Schmelzen veranlasst, die Dauer des Prozesses bedeutend vermindert und die Kosten dieser mechanischen Aufbereitung sehr vortheilhaft durch eine Ersparung an Arbeitslöhnen und Brennmaterial wieder ausge-

Zweck.

1) Lampadius, über die zweckmässige Gröbe des Korns der Beschickungen. Erdm., Journ. für ökon. Ch. II, 511. Bgwfd. XI, 573.

glichen werden; allein die Erfahrung bestätigt diese Ansicht nicht immer. Es ist oft zur Erzeugung bestimmter Producte eine gewisse Zeit zu ihrer gegenseitigen Einwirkung erforderlich (z. B. bei den Kupfergewinnungsprozessen in Flammöfen), feinzertheilte leichtflüssige Substanzen (z. B. Bleiglanzschliege) dringen ins Brennmaterial ein, schmelzen darin und inkrustiren u. dergl. m. In anderen Fällen empfiehlt sich ein inniges Vermengen. [1])

Zerkleinerungsarbeiten.

Die Zerkleinerungsarbeiten selbst können bestehen in einem Zerschlagen der Erze etc. mittelst Hämmer durch Menschenkraft (Eisensteine zur Gittelde'schen Hütte am Harze), Zerreibung von breiigem Schwarzkupfer auf Eisenplatten mittelst hölzerner Hämmer (Tajowa), Pochen durch Stempel- oder Hammerpochwerke (Bleiglanzstufferze und Eisenerze auf den Harzer Hütten), Rammen (Roheisen), Walzen (Eisensteine zur Lerbacher und Ilsenburger Hütte am Harze), Mahlen (Kupferstein etc. im Mansfeld'schen, Freiberg) und Granuliren (Kupferstein in England, Schwarzkupfer zu Oker). Neuerdings ist auch die Benutzung der Centrifugalkraft beim Hüttenwesen von Rostaing[2]) empfohlen worden, z. B. zur Zerkleinerung von Metallen, Lechen etc.

Scheidearbeiten.

B. Scheidearbeiten, wie Handscheiden (schwerspathhaltige Eisensteine zu Gittelde), Schlämmen (geröstete Zinnerze) und Sieben (Kupfersteine im Mansfeld'schen und Freiberg).

Mengungsarbeiten.

C. Mengungsarbeiten. Dieselben fördern, weil durch sie die einzelnen Bestandtheile der zu verarbeitenden Substanzen in innigere Berührung kommen, meist die chemische Action, und es kommen hauptsächlich in dieser Beziehung die folgenden Operationen vor:

1) Das Gattiren und Beschicken (Möllern, Auflaufen etc.). Selten werden einzelne Erzsorten für sich allein zugutegemacht, in den meisten Fällen nimmt man diese beiden Operationen damit vor.

Zweck des Gattirens.

Unter Gattiren (Mischen, Maschen) versteht man ein

1) Lang und Frey, Einmengen zerkleinter Puddelschlacken mit Kohlenklein in Kalkbrei behuf Verschmelzung auf gutes Roheisen: Oester. Zeitschr. 1860. No. 40.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 216.

Mengen ärmerer und reicherer Erze derselben Art zur Erzielung eines mittleren Metallgehaltes, der sich für das Ausbringen des Metalles der Erfahrung gemäss als der vortheilhafteste erwiesen hat, sich aber auf ein und demselben Werke je nach dem Gehalte der vorräthigen Erze ändern kann. Dabei sucht man gleichzeitig die Erze so zu vermengen, dass die darin enthaltenen Erden bei der metallurgischen Verarbeitung gut auf einander einwirken (Gattirung von kieseligen, thonigen, kalkigen und spatheisensteinhaltigen Bleiglanzschliegen mit 40—75 Pfund Blei und $1\frac{1}{2}$—11 Loth Silber im Centner auf Clausthaler Hütte in der Weise, dass die Gattirung 54—56 Pfund Blei und 3—$3\frac{1}{2}$ Loth Silber im Centner enthält).

Bei zu reichen Erzen fehlt es an der zur Schützung des Metalles erforderlichen Quantität schlackengebender Bestandtheile, und der metallurgische Prozess gestaltet sich in Bezug auf Brennmaterialaufgang und Metallausbringen ungünstig; bei zu armen Erzen muss viel Unhaltiges verschmolzen werden, was auch nur mit einem grössern Brennmaterialverbrauch und Metallverlust geschehen kann.

Beispiele Gattirung

Bei Berechnung des Durchnittsgehaltes einer Gattirung wendet man entweder die Regeln der Alligationsrechnung an oder hilft sich durch Probiren, wie folgende Beispiele zeigen:

a) Es ist der Bleigehalt zweier Erzposten zu 75 und 40%, sowie der zu erzielende mittlere Bleigehalt von 54% gegeben, von welchem 100 Centner Gattirung hergestellt werden sollen, wie viel muss von jeder Post genommen werden?

Nach den Regeln der Alligation zieht man den geringeren Gehalt vom mittleren oder vom grösseren ab, multiplicirt die erstere Differenz mit der Centnerzahl der mittleren Post und dividirt das Product durch die zweite Differenz, so gibt der Quotient die Centnerzahl, welche von der reicheren Post zu nehmen ist.

$$54 - 40 = 14$$
$$75 - 40 = 35$$
$$14 \times 100 = 1400$$

$\frac{1400}{35} = 40$ Centner sind von der reicheren

und 100 — 40 = 60 Centner von der ärmeren Post zu nehmen.

b) Man will eine $5\frac{1}{2}$löthige (Andreasberger Fahlerz-Bleierz-) Gattirung von 100 Centner aus 4 Erzposten mit resp. 12, 10, 5 und 2 Loth Silbergehalt im Centner herstellen, und unter diesen

20 Ctnr.	Fahlerze	à 10 Loth	=	200 Loth Silber,
30 „	Bleiglanz	„ 5 „	=	150 „ „
40 „	„	„ 2 „	=	80 „ „
90 Centner mit				430 Loth Silber

verwenden. Dies gibt aber erst eine 4,8löthige Gattirung, welche $5\frac{1}{2}$löthig wird, wenn man noch 10 Centner Fahlerz mit 12 Loth Silber im Centner hinzunimmt.

Zweck des Beschickens.

Mit Beschicken wird das Vermengen der Erze etc. mit andern Stoffen (Zuschlägen, Flüssen) [1]) bezeichnet, um einen guten Schmelzgang herbeizuführen, welcher sich durch das mehr oder weniger günstige Metallausbringen, einen geringen Brennmaterialverbrauch und das Verhalten der Erze bei dem damit vorgenommenen metallurgischen Prozesse zu erkennen gibt.

Man kann Erze in mehrfacher Absicht beschicken, nämlich

a) um dem darzustellenden Producte einen gewissen, für das Ausbringen günstigen Metallgehalt zu geben. (Zur St. Andreasberger Silberhütte beschickt man reichere und ärmere Silbererze mit so viel bleiischen Zuschlägen, z. B. Glätte, Abstrich, dass auf 1 Loth Silber resp. 12 bis 15 Pfund und 7—8 Pfund Blei in dem Werkblei kommen. Man sagt in solchem Falle, das Silber sei vom Blei gedeckt.);

b) um die Abscheidung des darzustellenden Metalles etc. zu veranlassen (Zuschlag von Eisen zur Zerlegung von Bleiglanz, Zinnober);

c) um die erdigen oder sonstigen unhaltigen Theile zur Auflösung (Verschlackung) und somit zur Absonderung von den darzustellenden Metallen, Zwischenproducten etc. zu

1) Das Nähere über die Zuschläge und Flüsse §. 37—40.

bringen [1]) (Zuschläge von Kalk zu kieseligen und thonigen Eisenerzen, von sauren oder basischen Schlacken bei den Kupfer- und Bleiarbeiten). Unter Umständen erreicht man mit dem Gattiren gleichzeitig ein Beschicken, wenn die Bestandtheile des einen Erzes Zuschläge oder Flüsse für das andere sind (Gattiren kalkiger, kieseliger, eisenspäthiger und thoniger Bleiglanzschliege auf den Oberharzer Silberhütten, kieseliger, thoniger und kalkiger Eisensteine zu Rothehütte und Lerbacher Hütte am Harze).

d) um schädliche Bestandtheile zu entfernen (Zuschläge von Kalk und des SCHAFHÄUTL'schen Pulvers beim Eisenfrischen, Schmelzen des Kupfers mit Glas und Kupferhammerschlag).

e) damit die Zuschläge dem abzuscheidenden Körper als Ansammlungsmittel dienen (Schwefelkies für erdige Gold- und Silbererze, Blei für Silbererze).

f) Um manche Abfälle von Schmelzprozessen zu Gute zu machen (reiche Schlacken, Producte der Treibarbeit etc.)

Beispiele stehender fahrung und de stöchiom Lehren Entwerf von Be schickun

Bei Entwerfung von Beschickungen muss man schon bestehende Erfahrungen, sowie Resultate der Analysen und Betriebsproben in Hinsicht auf Zuschläge, Erzgattirung und Schlackenbildung [2]) berücksichtigen, vor Allem aber die Lehren der Stöchiometrie zu Hülfe nehmen, welche hauptsächlich bei den sub b) und c) aufgeführten Zwecken des Beschickens ein sicheres Hülfsmittel zur Erreichung der besten Zugutemachungsmethode der Erze gewähren. Kann man gleich nicht immer ganz streng nach stöchiometrischen Regeln beschicken, weil die angelieferten Erze, Zuschläge etc. nicht selten in ihrer Zusammensetzung wechseln, so lässt sich doch nach diesen Regeln am besten dem Verhältnisse

1) BREDBERG, über das Verhalten einiger Mineralien beim Zusammenschmelzen. ERDM., Journ. f. ök. u. techn. Ch. XII, 274. BERTHIER, über das Verhalten verschiedener erdiger Substanzen und Salze bei erhöhter Temperatur. ERDM., Journ. f. pr. Ch. IV, 457; V, 273.

2) Von diesen Erfahrungen wird später weiter die Rede sein.

der anzuwendenden Zuschläge und der Erzgattirung möglichst nahe kommen, wodurch in den meisten Fällen der Zweck erreicht wird.

Zur Erläuterung des Letztgesagten mögen folgende Beispiele ad b) und c) hier Platz finden.[1])

Beispiele für die Zusammensetzung einer Beschickung.

Beispiel ad b) (pag. 160). 1 Rost trockner Bleiglanzschlieg von 39 Ctr. Gewicht enthält neben Erden 59% Bleiglanz, wie viel Roheisen ist zur vollständigen Zersetzung desselben erforderlich, wenn man in letzterem 5% fremde Bestandtheile annimmt und voraussetzt, dass durch diese Zersetzung $\dot{F}e$ gebildet wird?

Nach den hierunter [2]) aufgeführten Atomgewichten der Elemente besteht reiner Bleiglanz, $\dot{P}b$, aus 103,7 Blei und 16 Schwefel und verlangt zu seiner Zersetzung 28 Theile Eisen, welche sich mit 16 Theilen Schwefel zu $\dot{F}e$ verbinden.

---

1) Markus hat in seinem Beitrag zur Kenntniss des pyrochemischen Entsilberungsprozesses der Joachimsthaler Hütte mit Rücksicht auf dessen stöchiometrische Begründung (Oester. Ztschr. 1857. No. 1.; B. u. h. Ztg. 1857. No. 6.) Beispiele für die Fälle *a*, *b* und *c* gegeben. — Schmidt, stöchiometrische Berechnungen der Vormasse. Oester. Ztschr. 1857. No. 20. — Lindauer in B. u. h. Ztg. 1855. S. 109.

2) Atomgewichte der Elemente H = 1.

Ag	108	Co	29,5	Mn	28	Sb	129
Al	13,7	Cr	26,7	Mo	46	Se	39,5
As	75	Cu	31,7	N	14	Si	21,3
Au	197	D	50	Na	23	Sn	58
B	10,9	F	19	Ni	29,6	Sr	43,8
Ba	68,5	Fe	28	O	8	Ta	184
Be	4,7	H	1	Os	99,6	Te	64,2
Bi	213	Hg	100	P	32	Th	59,6
Br	80	J	127,1	Pb	103,7	Ti	25
C	6	Jr	99	Pd	53,3	U	60
Ca	20	K	39,2	Pt	98,7	V	68,6
Cd	56	La	47	R	52,2	W	95
Ce	47	Li	6,5	Ru	52,2	Zn	32,6
Cl	35,5	Mg	12	S	16	Zr	22,4.

Aus dem Ansatz:

Wie viel Roheisen erfordern		39 Ctnr.	Bleiglanzschlieg,
wenn 100 Ctnr.	Bleiglanzschlieg enthalten	59 „	Schwefelblei,
und 119,7 „	Schwefelblei zerlegt werden durch	28 „	reines Eisen
und 95,0 „	reines Eisen enthalten sind in	100 „	Roheisen.
11371,5		64428,0 = 5,6	

ergibt sich, dass zur Zerlegung der 39 Ctnr. Bleiglanzschlieg 5,6 Ctnr. Roheisen erforderlich sind.

Beispiel zu c) (p. 160). Eine Gattirung von Eisenerzen enthalte

48 Ctnr.	Eisenoxyd
36 „	Kieselsäure
12 „	Thonerde
4 „	Kalkerde
100 Ctnr.	

Wie viel Kalkstein mit einem Gehalte von 80% kohlensaurem Kalke muss zugeschlagen werden, damit sich eine Bisilicatschlacke von Kalk- und Thonerde ($\dot{C}a^3 \dddot{S}i^3 + \bar{\dddot{A}}l\, \dddot{S}i^2 = 56\%$ Kieselerde, 30% Kalkerde und 14% Thonerde) bildet, welche erfahrungsmässig leichtschmelzig ist?

Da 1 Atom Thonerde ($\bar{\dddot{A}}l = 51,4$) zur Bildung von $\bar{\dddot{A}}l\, \dddot{S}i^2$ 2 Atome Kieselerde ($\dddot{S}i^2 = 90,6$) erfordert, so nehmen die 12 Ctnr. Thonerde der Beschickung 21,1 Ctnr. Kieselerde auf und es bleiben zur Verbindung mit Kalk noch 36—21,1. = 14,9 Ctnr. Kieselerde über. Durch Vereinigung von 3 Atomen Kalk ($\dot{C}a^3 = 84$) mit 2 Atomen Kieselerde ($\dddot{S}i^2 = 90,6$) entsteht $\dot{C}a^3\, \dddot{S}i^2$, zu dessen Bildung die noch übrigen 14,9 Ctnr. Kieselerde der Beschickung 13,8 Centner Kalkerde aufnehmen müssen. Da jedoch in der Beschickung nur 4 Ctnr. Kalkerde vorhanden sind, so müssen 9,8 Ctnr. Kalkerde oder 21,9 Ctnr. Kalkstein mit einem Gehalte von 80 % kohlensaurem Kalke zugechlagen werden.

Ein Beispiel für die Entwerfung einer Beschickung für die Freiberger Roharbeit findet sich in LAMPADIUS neueren Fortschr. im Gebiete der ges. Hüttenkunde. 1839. p. 12.

Manipulationen beim Gattiren und Beschicken.

Das Gattiren und Beschicken geschieht zur möglichst innigen Vermengung der Erze mit den Zuschlägen und Flüssen in der Weise, dass man dünne Lagen davon abwechselnd über einander ausbreitet und demnächst beim Wegfüllen der Beschickung senkrechte Durchstiche macht. Selten werden Mengemaschinen angewendet.

Beschickungsboden.

Den Ort, an welchem die genannten Operationen vorgenommen werden, nennt man Beschickungs-, Gicht-, Schicht-, Möller- oder Vormassboden, Schichtsaal, Möllerbette und die Quantität einer Bechickung, welche in einer gewissen Zeit (gewöhnlich in 12 Stunden) zum Verarbeiten kommt, Schicht, Vormass, Vorlauf, Möller (auf den Harzer Eisenhütten = 300 Cubikfuss). Eine für eine 12stündige Schmelzzeit zu Clausthaler Hütte bestimmte Schicht besteht z. B. aus folgenden einzelnen Lagen: 8—9 Karren à $2^1/_2$ — 3 Ctnr. Steinschlacken, 24 Ctnr. gattirter Schlieg, 2 Ctnr. Granulireisen, $2^1/_2$ Ctnr. bleiische Producte vom Abtreiben, $1^1/_2$ Ctnr. Abstrich, 4—5 Karren à $2^1/_4$—$2^1/_2$ Ctnr. Schliegschlacken, 12 Ctnr. gattirter Schlieg, 2 Ctnr. Granulireisen, 3 Centner bleiische Producte, 3—4 Karren Schliegschlacken.

Wo es irgend möglich ist, legt man den Beschickungsboden nahe ins Niveau der Ofenmündung (Harzer Hütten); ist dies wegen des Terrains nicht zulässig, so bedient man sich zum Heraufholen der Beschickung und des Brennmaterials maschineller Vorrichtungen, der Gichtaufzüge, und zwar entweder senkrechter oder geneigter.

Gichtaufzüge.

Einbinden der Schliegen.

2) Das Einbinden, d. h. die Vermengung staubiger und mulmiger Erze und Hüttenproducte mit Adhäsionsmitteln, um ein Wegblasen derselben, namentlich beim Verschmelzen in Schachtöfen, zu vermeiden. Oft dienen die Adhäsionsmittel zugleich als Zuschläge. Als solche Adhäsionsmittel sind in Anwendung: Kalk (für Bleiglanzschliege zu Tarnowitz [1]) und gleichzeitig mit gepochten Eisenfrischschlacken zu Münsterbusch bei Stolberg, für Bleirauch auf den Oberharzer Hütten [2]), für Puddelschlacken [3]) in Steyermark),

1) Karsten's Arch. II. R. XXIV, 430.
2) Kerl, Oberharz. Hüttenproz. 1860. S. 278.
3) Oester. Zeitschr. 1860. No. 40.

Thon (für die Silberextractionsrückstände [1]) im Mansfeld'schen und zu Freiberg, sowie für Mansfelder Kupferschieferkläre) [2]), backende Steinkohlen, welche mit den Schliegen gemengt in erzhaltige Cokes umgeändert werden [3]) u. dgl. m. Zu Agordo [4]) wird Kupfererzklein mit Eisenvitriolmutterlauge angemacht, geformt und zu Kuchen gepresst, wodurch ein besseres Rösten möglich ist; ebenso wird das schmandige Grubenklein behandelt.

Manipulationen beim Einbinden.

Das Vermengen der Schliege etc. mit den Cohäsionsmitteln geschieht auf die Weise, dass man

1) abwechselnde Schichten davon auf der Hüttensohle oder in einem Kasten in trockner Gestalt ausbreitet, diese gleichmässig anfeuchtet und die feuchte Masse entweder mit der Hand zu Batzen oder Ballen formt (Thon), oder Ziegel daraus streicht, oder mit Schaufeln einzelne Stücke bildet, die dann durch eine eigene Ofenfeuerung oder durch die aus Schmelzöfen abziehende Wärme gewöhnlich auf Horden getrocknet werden;

2) die trocken gemengten Beschickungstheile mit Kalkmilch einsümpft und sie durch Umschaufeln zu einer halbweichen Consistenz bringt.

Knetwerke.

Zuweilen wendet man Knetwerke [5]) in Gestalt von Pochwerken an.

Anstatt die Schliege einzubinden, bringt man sie auch wohl durch vorheriges schwaches Erhitzen für sich oder mit leichtflüssigen Zuschlägen zur Sinterung und erreicht damit denselben Zweck (kieselige Bleierze zu Commern und Stolberg.)

Zweites Kapitel.

Von den Zuschlägen und Flüssen.

Begriff und Zweck.

§. 37. Begriff und Zweck. In den bei Weitem meisten Fällen kommen Erze zur Verhüttung, mit welchen

1) Grützner, die Augustin'sche Silberextraction. 1851. p. 91.
2) Lampad., Fortschr. 1839. p. 4. Bgwfd. I, 169. Erdm., Journ. f. ök. u. techn. Chem. II, 514.
3) Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. II, 402.
4) Oester. Zeitschr. 1856. p. 338.
5) Lampadius, c. l. p. 4. Grützner, c. l. p. 91.

Erdarten mechanisch oder chemisch verbunden sind, und es ist alsdann erforderlich, diese Erdarten abzuscheiden und eine Trennung des Metalles von den übrigen Bestandtheilen, mit denen dasselbe im Erze vereinigt ist, zu bewirken. Zuweilen lassen sich beide Zwecke gleichzeitig erreichen, in vielen Fällen muss ersterer dem letzteren vorangehen, meist aber ist der Zusatz gewisser Substanzen, der Zuschläge oder Flüsse, zur Erreichung dieser Zwecke erforderlich.

Zuschläge.

Unter Zuschlägen versteht man diejenigen Substanzen, welche die Abscheidung eines nutzbaren Bestandtheiles aus Erzen oder Hüttenproducten veranlassen oder zur Ansammlung desselben dienen, während Flüsse eine solche Abscheidung nicht unmittelbar bewirken, sondern dieselbe nur dadurch befördern, dass das Erz etc. durch ihre Einwirkung flüssiger gemacht und den ausgebrachten Metallkörnchen etc. Gelegenheit gegeben wird, sich leichter zu vereinigen. Zuschläge können auch Flussmittel sein, weit seltener umgekehrt.

Flüsse.

Das Metallausbringen ist in demselben Verhältnisse reiner und vollkommener, als das Verhältniss der Erden gegen einander die Verschlackung befördert.

Wichtigkeit der richtigen Auswahl von Zuschlägen.

§. 38. Zuschläge. Von der gehörigen Auswahl und der Menge der Zuschläge hängt stets der gute Erfolg des Prozesses ab und richtet sich erstere nach den Eigenschaften des Metalles und der Beschaffenheit des Erzes etc., aus welchem dasselbe gewonnen werden soll. Wie bereits pag. 161 angeführt, müssen dabei die Lehren der Stöchiometrie, schon bestehende Erfahrungen und die Resultate der Betriebsproben in Betreff der Schmelzbarkeit, der verschlackenden Wirkung etc. der Zuschläge zu Hülfe genommen werden. Die Zuschläge dienen entweder zur Zerlegung (Eisen, Eisenerze, Blei, bleiische Producte) oder zur Schlackenbildung (Kalk-, Thon-, Kieselfossilien, Schlacken, Eisen- und Manganerze, Alkalien) oder zur Steinbildung (Kiese, Schwerspath, Glaubersalz) oder zur Speisebildung (Arsenkies, arsenige Säure) oder zu andern Zwecken, als: zur Oxydation (Salpeter, Braunstein), zur Reduction (Kohle, Holz etc.), zur Chlorirung (Kochsalz) etc.

Arten der Zuschläge.

Bei den verschiedenen Hüttenprozessen kommen hauptsächlich folgende Zuschläge zur Anwendung:

A. Röstzuschläge und zwar: Kohle als Holzkohle und Cokes in Gestalt von Lösche, Braunkohlenpulver, Sägespänen, Tannennadeln; Aetzkalk in Pulverform, hauptsächlich zur Absorption von beim Rösten von Schwefelungen gebildeter Schwefelsäure (Röstung der Kupfersteine etc.); Eisenvitriol wasserfrei = 46,71 Eisenoxydul und 53,29 Schwefelsäure, wasserhaltig = 25,9 Eisenoxydul, 28,8 Schwefelsäure und 45,3 Wasser (beim Rösten schwefeleisenarmer Silbererze und Producte behuf der Amalgamation); Kochsalz = 39,66 Natrium und 60,34 Chlor (zur Umwandlung des Silbers in Erzen und Hüttenproducten in Chlorsilber behuf der Amalgamation, der AUGUSTIN'schen Extraction etc.); Wasserdampf u. a.

Röstzuschl

B. Schmelzzuschläge. Dieselben bezwecken die Bildung passender Schlacken, die Abscheidung nutzbarer Metalle (z. B. aus ihren Schwefelungen), die Absorption schädlicher Verbindungen (wie Phosphorsäure, Arsensäure, Schwefelsäure etc.) u. s. w., und können eingetheilt werden in:

Schmelzuschlä

I. Erdige Zuschläge [1]) und zwar:

1) Kieselfossilien. Die Kieselerde wird sehr häufig zur Beförderung der Schmelzung von Gangarten bei Erzen etc. zugeschlagen, indem sie sich mit Basen zu mehr oder weniger leichtflüssigen Verbindungen (Silicaten, Schlakken) vereinigt, und ist bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass das Studium dieser Verbindungen für die Metallurgie von hoher Wichtigkeit ist. Es kommen zur Anwendung: Kieselerde in Gestalt von Quarz und Quarzsand, an und für sich sehr strengflüssige Fossilien; leichtflüssige Silicate, als Granat, Hornblende, Grünstein, Augit; etwas schwerschmelziger sind Feldspath, Chlorit und Glimmer; ferner saure und basische Schlacken.

2) Kalkfossilien. Dieselben bilden mit Kieselsäure

---

1) Verhalten erdiger Substanzen und Fossilien für sich und im Gemenge mit einander im Schmelzfeuer. LAMP., Hndb. d. Hüttenkunde. I. §. 123—127. 1817. DELESSE, Schmelzversuche mit Felsarten. POGG. LXXIII, 454. BREDBERG, über das Verhalten einiger Mineralien beim Zusammenschmelzen. ERDM., Journ. f. pr. Ch. XII, 273.

und andern Erden leichtflüssige Silicate und zersetzen manche Verbindungen, z. B. Schwefelmetalle, energisch, weshalb sie bei Schmelzprozessen sehr häufig angewandt werden, und zwar:

Kohlensaurer Kalk, Kalkstein oder Kalkspath = 56,29 Kalkerde und 43,7 Kohlensäure (Zuschlag zu Eisenerzen, um den Kieselerde- und Thonerdegehalt derselben aufzulösen und Schwefel aufzunehmen).

Durch einen Mangangehalt wird der Kalkstein leichtschmelziger (Braunspath), durch einen Magnesiagehalt strengflüssiger (Dolomit), bald ist reiner Kalkstein wirksamer, bald ein kieselerde- und thonhaltiger Kalk (Mergel). Dadurch, dass der kohlensaure Kalk bei starker Rothglühhitze im Ofen seine Kohlensäure abgibt, wird Wärme gebunden, und durch Reduction der Kohlensäure zu Kohlenoxydgas in Berührung mit Kohlen ein unnützer Brennmaterialaufwand herbeigeführt. Es würde sich danach empfehlen, Kalk immer im gebrannten Zustande[1]) anzuwenden, wenn das Brennen keine besondern Kosten verursachte und der gebrannte Kalk nicht schwierig aufzubewahren wäre. Wo billiges Brennmaterial oder die Gichtflamme zu Gebote steht und ein rascher Verbrauch des Kalkes stattfindet, da kommen obige Rücksichten ausser Acht. Man bedient sich gebrannten Kalkes z. B. beim Eisenhohofenbetrieb, zum Einbinden der Schliege, als Röstzuschlag zur Bindung der Schwefelsäure etc.

Flussspath = 52,57 Calcium und 47,73 Fluor, wirkt sehr auf die Leichtschmelzigkeit und ist namentlich für kieselige Erze ein vortrefflicher Zuschlag, indem sein Fluorgehalt einen Theil des Siliciums in Gasform wegführt. Der auf den Waleser Kupferhütten angewandte Flussspath be-

1) Ueber die Wirkung des gebrannten und ungebrannten Kalkes beim Eisenerzschmelzen in Dingl., polyt. Journ. CXIX, 353; CXXVII, 467; CXXX, 349. B. u. h. Ztg. 1852. No. 39. Polyt. Centr. 1852. p. 1326. Valerius, Handb. der Roheisenfabrikation, deutsch von Hartmann. Freiberg bei Engelhardt. 1851. p. 101. Ergänzungsheft. 1853. p. 118.

steht nach Le Play aus 63% CaF, 33,6 Thonerdehydrosilicat, 2,3% CaC und 1,1 Fe.

Der Flussspath, bei hoher Temperatur schon für sich ziemlich leicht schmelzbar, ist nicht mit gleichem Nutzen durch Kalk zu ersetzen, weil er, ohne geneigt zu sein, sich mit Metalloxyden zu verbinden, fast $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ von dem Kieselerdegehalt des Erzes aufnimmt, die Schlackenbildung dadurch nicht bloss beschleunigt und erleichtert, sondern dieselbe auch gleichzeitig vermindert, während sie Kalk vermehrt (Zuschlag bei quarzigen Eisenerzen und beim englischen Flammofenschmelzen für kieselige Bleierze). Er schmilzt mit Schwerspath und Gyps leicht zusammen und gibt deshalb einen guten Zuschlag für Erze, welche diese Substanzen enthalten.

Schwerspath = 65,63 Baryterde und 34,37 Schwefelsäure, wird bei hoher Temperatur von Eisen, Zink und allen Metallen, die leichter als das Kupfer oxydirbar sind, unter Bildung von Oxysulphureten zerlegt, welche letztere gleichzeitig Baryterde, Schwefelbarium und das Oxyd und Schwefelmetall des zersetzenden Metalles enthalten und wegen Bildung unreiner Schlacken auf das Metallausbringen ungünstig wirken können. (Schwerspäthige Bleierze auf den Oberharzer Hütten.) Während die Baryterde als starke Base und kräftiges Flussmittel leichtflüssige Schlacken erzeugt, so trägt das Schwefelbarium zu Bildung von Schwefelmetallen bei. Man wendet bei Schmelzprozessen Schwerspath zur Benutzung seines Schwefelgehaltes anstatt Schwefelkies an, wenn letzterer nicht zu haben ist (Sibirische Silbererzroharbeit) oder wenn die Bildung eines eisenreichen Productes vermieden werden muss (Concentration von kupfer- und bleihaltiger Nickelspeise). Bei hoher Temperatur wird der Schwerspath von Kieselerde allein nur schwierig zerlegt, dagegen sehr schnell bei Gegenwart von Schwefelmetallen, namentlich von Schwefeleisen, wobei sich Schwefelbarium, Baryterde, Eisenoxydul und Schwefeleisen bilden. 1 Theil Quarz, 1 Theil Schwerspath und $\frac{1}{2}$ Theil Flussspath geben eine gute Schlacke, welche noch etwa 10% anderer strengflüssiger Erdengemenge aufzulösen vermag.

Gyps = 41,53 Kalkerde und 58,47 Schwefelsäure, wird

in gleicher Absicht wie Schwerspath angewandt, ist aber leichtschmelziger.

3) Thonfossilien. Thon = $\bar{Al}\dddot{Si}^2$, Lehm, Töpferthon, Thonschiefer etc. sind für sich mehr oder weniger schwer schmelzbar, geben aber mit Basen, namentlich mit Kalkerde, leichtschmelzbare Silicate. Der reine Thon vermag mit $^3/_4$ seines Gewichtes Kalk eine gute Schlacke zu bilden (Zuschlag von thonigen Eisensteinen zu kalkigen Eisensteinen, von Thonschiefer zu den gerösteten, sehr eisenoxydreichen Unterharzer Bleierzen etc.). Der Thon wird gewöhnlich als Zuschlag für basische Erze (Einbinden der Extractionsrückstände) gegeben, weil sowohl dessen Kieselerde als auch die Thonerde Basen aufnimmt. Durch beigemengten Sand wird diese Reaction befördert. Manche Lehme sind indessen so kalkreich, dass sie basisch wirken. Je reicher die Substanzen an Thonerde, um so zähflüssiger werden die Schlacken. Die Schiefer geben meist eine leichtflüssigere Beschickung.

II. Salzige oder alkalische Zuschläge. Dieselben werden weniger in Schmelzöfen, als bei Tiegelschmelzungen angewandt, wegen ihrer Kostbarkeit, z. B. Potasche = 68,09 $\dot{K}$ und 31,91 $\ddot{C}$, Soda = 58,58 $\dot{Na}$ und 41,42 $\ddot{C}$, Salpeter = 46,56 $\dot{K}$ und 53,44 $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$ (Schmelzen von Chromeisenstein mit Salpeter und Soda oder Potasche), Borax = 16,37 $\dot{Na}$, 36,53 $\dddot{B}$ und 47,10 $\dot{H}$ (Einschmelzen von Staubgold), Kochsalz = 39,66 Na und 60,34 Cl (Hauptbestandtheil des SCHAFHÄUTL'schen Mittels — $1^3/_4$ Gewichtstheile Braunstein, $3^3/_4$ Gewichtstheile Kochsalz und $^2/_3$ Gewichtstheile Töpferthon — zur Reinigung des Eisens beim Frischen; zur Reinigung des Roheisens beim Umschmelzen in Kupoloöfen ist ein Gemenge von $^1/_2$ Gewichtstheil Braunstein und $2^1/_2$ Gewichtstheilen Salmiak empfohlen worden).[1]

Potasche schmilzt in starker Hellrothgluth, Soda, Borax und Kochsalz in gewöhnlicher Rothgluth. Letzteres verflüchtigt sich bei starker Rothgluth besonders im Luftzuge.[2]

---

1) Bgwfd. IX, 165. B. u. h. Ztg. IV, 830.

2) ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. II, 158.

Glaubersalz[1]) = 19,38 $\dot{N}a$, 24,85 $\dddot{S}$ und 55,77 $\dot{H}$, wirkt als Zuschlag ähnlich wie Schwerspath (z. B. bei der Concentration kupferhaltiger Speisen, beim Verschmelzen gold- und silberhaltiger Eisensauen).

III. Metallische Zuschläge. Dahin gehören hauptsächlich:

1) Metalle, als Roheisen in Form von Granalien und Wascheisen, Schmiedeeisen (zur Zerlegung von Bleiglanz, Schwefelantimon etc.), Blei (beim Kupferfrischen, beim Gaarmachen unreiner Kupfer), Gaarkupfer und Schwarzkupfer (beim Abtreiben und Feinbrennen des Silbers behuf Abscheidung strengflüssiger Beimengungen), Arsen (zur Anreicherung des Nickel- und Kobaltgehaltes in Speisen), Zink (zur Ausziehung des Silbers aus Werkblei) etc.

2) Metalloxyde, als Bleioxyd = 92,83 Pb und 7,17 O, Producte vom Abtreiben, Abstrich, Heerd, Glätte (bei Gold- und Silberschmelzprozessen zur Bildung von Werkblei), Kupferoxyd = 79,85 Cu und 20,15 O (zur Reinigung des Kupfers nach THOMSON's Methode), Eisenhammerschlag $\dot{F}e^{6}\,\dddot{F}e$ = 75,68 Fe und 24,32 O (beim Eisenfrischen), Rotheisenstein = 69,34 Fe und 30,66 O und Magneteisenstein = 71,78 Fe und 28,22 O, sowie auch gerösteter Schwefel- oder Magnetkies und zugebrannter Rohstein, Braunstein = 63,36 Mn und 36,64 O (beim Frischen des Roheisens).

Diese Substanzen wirken entweder dadurch, dass sie leichtflüssige Verbindungen erzeugen, oder in der Schmelzhitze Sauerstoff abgeben, welcher alsdann schädliche Beimengungen oxydirt ($\dot{C}u$, $\dot{F}e$, $\dot{M}n$), oder dass das Radical des reducirten Oxydes zerlegend auf das Erz einwirkt (das Eisen im Rotheisenstein und Eisenhammerschlag zur Zerlegung von Schwefelmetallen) oder dass dasselbe gewisse Metalle aufnimmt (Blei im Bleioxyd). Ein Theil des Oxydes wird dabei verschlackt.

---

1) LAMPAD., Handb. der Hüttenkunde. I, 156. GRÜTZNER, die AUGUSTIN'sche Silberextraction. 1851. p. 133.

3) Schwefelungen, als Schwefelkies = 46,61 Fe und 53,39 S, Magnetkies = 59,60 Fe und 40,40 S. Dieselben geben beim Erhitzen Schwefel ab, welcher auf Oxyde reducirend wirkt, und verwandeln sich in niedrigere Schwefelungsstufen, welche aus Gold- und Silbererzen die edlen Metalle ausziehen und sich damit vereinigen (Silber und Gold bei der Roharbeit, Blei und Kupfer aus Bleispeise). Aehnlich wirkt silberarmer Rohstein. Arsenkies $FeS^2 + FeAs$ = 33,5 Fe, 46,5 As und 20,0 S dient zur Speise- und Lechbildung, z. B. bei nickelhaltigen Kupferschlacken.

4) Salze. Hierher gehören hauptsächlich die eisenoxydulreichen Frischschlacken, welche entweder eine strengflüssige Beschickung leichtflüssig machen, oder durch ihren Sauerstoffgehalt (beim Eisenfrischen) oder durch ihren Eisengehalt als Niederschlagsmittel (z. B. für Blei aus Bleiglanz) wirken. Auch andere metallhaltige Schlacken kommen zur Anwendung, theils als Flussmittel, theils um ihren Metallgehalt auszuziehen.

5) Metallische Abfälle von Hüttenprozessen, deren Metallgehalt man gewinnen will (Ofenbrüche, Geschur, Gekrätz, Flugstaub etc.).

Sublimations- und Destillationszuschläge.

C. Sublimations- und Destillationszuschläge. Dahin gehören: metallisches Eisen und seine Oxyde und gebrannter Kalk (zur Zerlegung von Zinnober); Schwefel, Schwefelkies oder Arsenikkies (bei Darstellung von gelbem und rothem Rauschgelb); Potasche (bei der Sublimation schwefelhaltigen Giftmehls), Kohle etc.

Cementationszuschläge.

D. Cementationszuschläge, als: Kohle (Stahl), Kochsalz im Gemenge mit Alaun, Eisenvitriol und Ziegelmehl (silberhaltiges Gold), Eisenstein und Zinkoxyd, (hämmerbares Gusseisen), zinkische Erze und Ofenbrüche (Messing).

Zuschläge bei Prozessen auf nassem Wege.

E. Zuschläge bei Prozessen auf nassem Wege. Säuren, Gase, Kochsalzlauge, unterschwefligsaures Natron etc. zum Auflösen, Kupfer und Eisen zum Niederschlagen der Metalle, Metalloxyde, z. B. Kupferoxyd zum Sättigen von sauren Laugen, Quecksilber bei der Amalgamation, Kupfer- und Eisenvitriol als solche oder in Gestalt von gerösteten Eisen- und Kupferkiesen (Magistral)

bei der amerikanischen Amalgamation, wenn es in der Beschickung an diesen Substanzen fehlt, u. a. m.

§. 39. Flüsse. Ausser manchen leichtschmelzigen Fossilien, z. B. Flussspath, gehören hierher besonders Schlacken. Ausser als Auflösungsmittel (Zuschläge), ohne also unmittelbar die Verschlackung der Erden zu bewirken, sind sie ein gutes Beförderungsmittel für die Verschlackung, sie lockern die Schmelzmassen mechanisch auf, verhüten ein Durchrollen feiner Erztheile und geben im geschmolzenen Zustande ein Medium ab, in welchem die ausgebrachten zerstreuten Metallkörnchen etc., die dann von der Schlackendecke gegen die zerlegende Einwirkung der Luft geschützt werden, zusammenfliessen. Ohne Noth darf man jedoch die Schlackenzuschläge nicht zu sehr vermehren, weil dies nur auf Kosten eines grössern Brennmaterialaufwandes geschehen kann.

Wirkung der Flüsse.

§. 40. Luft und Wasser. Diese beiden Substanzen wirken oft in ähnlicher Weise, wie die Zuschläge, auf Erze, Legirungen etc.; ihre Haupteinwirkung, namentlich die der ersteren, findet jedoch auf die Brennmaterialien statt.

Wirkung selber.

Die Luft enthält 23 % Sauerstoff dem Gewichte und 20,8 % dem Volumen nach. 1 preuss. Cubkf. Luft von 0° C. und 28" Barom. = 658,37 Gran = 0,08562 alt. Pfd. pr. und 1 Pfund Luft von 0° und 28" Barom. = 11,68 Cubikfuss und bei 15° C. = 12,4 Cubikfuss. 1 Liter = 1000 Cubikcentimeter Luft von 0° C. und 760mm Barom. = 1,293685 Gramm. 1 Cubikm. Luft wiegt $= 1,709 \cdot \frac{h}{1 + 0,00374 \cdot t}$ Kilogr., wenn h den Barometerstand und t die Temperatur der Luft nach Celsius bezeichnet. Die Luft ist 772 mal leichter, als das Wasser, ihr mittlerer Druck auf 1 preuss. Quadratzoll beträgt 15 Pfund (alt. Gew.) und eine Luftsäule von 76 Par. Fuss = 10944 Par. Linien hält einer Quecksilbersäule von 1 Lin. das Gleichgewicht. Nach einem neuen Gesetze wird der Druck von 1 Atmosphäre zu 14 Pfund preuss. pro Quadratzoll = 14,9665 alte Pfund preuss. bestimmt. Nach dem französischen System rechnet man diesen Druck = 1,033 Kilogramm [1]) pro Quadratcentimeter, also 14,156 neue preuss. Pfund pro Quadratzoll rheinl.

Luft.

1) Kilogr. = 2,138072 alten = 2 neuen preuss. Pf.

Wasser.

Das **Wasser** besteht aus 88,89 % Sauerstoff und 11,11 % Wasserstoff. 1 Cbkfss. preuss. = 61,73785 neu. Pfd. bei 15° R. im luftleeren Raume; 1 Cbkfss. hannov. = 49,76446 neu. Pfd. bei 15° R. im luftleeren Raume. 1 Cubikcentimeter bei 4,1° C. und 28″ Barom. = 1 Gramm.

1 Cubikfuss Wasser von 15° R. gibt 1686 Cubikfuss Wasserdampf, 1 Liter Wasser = 1 Kilogr. gibt 1700 Liter Wasserdampf von 100° C.

1 Liter Wasserdampf wiegt bei 0° Temperatur und 76 Cent. Barometerstand = 0,80559 Gramm.

Anwendung des Wassers.

Das Wasser kommt bei metallurgischen Prozessen in Dampfform zur Wirkung, indem es sich zerlegt und entweder der eine seiner Bestandtheile oder beide sich mit den Bestandtheilen des Erzes etc. verbinden, wie bei der Röstung (S. 26) von Schwefelungen[1]), Speisen[2]), schwefelkieshaltigen Eisensteinen[3]), beim Herdfrischen[4]), beim Puddeln[5]), beim Abtreiben des Werkbleies[6]), beim Kupferschmelzen[7]) u. dgl. m.

Der Gebläseluft beigemengt, kühlt der Wasserdampf meist den Schachtofen ab, vermehrt die Brennmaterialconsumtion und verringert die Production, dagegen wirkt eine mit einer nicht zu grossen Quantität Wasserdampf vermischte Luft bei Rostfeuerungen und bei Gasgeneratoren vortheilhaft, indem sich das Wasser innerhalb des Schür- oder Verbrennungsraumes zersetzt und der frei gewordene Wasserstoff nebst Kohlenoxydgas gewöhnlich im Flammenraume verbrennt. Dieser Vortheil wird besonders dann von Bedeutung, wenn entweder das angewandte Brennmaterial keine lange Flamme gibt (magere Steinkohlen, Anthracit), oder wenn dessen Flamme in Bezug auf die betreffende Ofenconstruc-

1) Erdm., J. f. pr. Ch. X, 129; LVII, 254. — Bgwfd. VII, 109.
2) Erdm., Journ. f. pr. Ch. LVII, 254. B. u. h. Ztg. 1853. No. 33.
3) Polyt. Centr. 1854. p. 37.
4) Merbach, Anwendung der erwärmten Gebläseluft. 1840. p. 84. Bgwfd. IV, 422.
5) Bgwfd. VII, 150; XIV, 379. B. u. h. Ztg. 1855. p. 295; 1857. p. 448.
6) Karst., Arch. 2. R. XXV, 577.
7) B. u. h. Ztg. 1856. p. 138.

tion zu kurz ist.[1]) Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet, gibt nach Bunsen[2]) ein Gasgemisch von constanter Zusammensetzung, nämlich

H = 56,52 Thl. = 4 vol.
Ċ = 28,71 „ = 2 „
C̈ = 14,77 „ = 1 „

Langlois[3]) fand ein solches Gasgemisch zusammengesetzt aus 54,52 H, 31,86 Ċ, 12,00 C̈ und 1,62 CH. Leitet man dasselbe nach Abscheidung der C̈ und des CH über glühendes Natronhydrat, so wird das Ċ nach Dehayin[4]) durch den Sauerstoff des Hydratwassers zu Kohlensäure oxydirt, die sich mit dem Natron verbindet, während der Wasserstoff entweicht.

Nach Eck's[5]) Versuchen zur Königshütte in Oberschlesien übte mit Wasserdämpfen vermischte Gebläseluft beim Verschmelzen einer schwefelkieshaltigen Eisensteinsbeschickung einen günstigen Einfluss auf die Qualität des Roheisens aus, desgl. bei einem Frischversuche zur Silbernaler Hütte[6]) bei Clausthal.

Drittes Kapitel.

Von den Brennmaterialien.

§. 41. Allgemeines. Brennmaterialien[7]) nennt man diejenigen Substanzen, welche im practischen Leben

Begriff.

1) Scheerer, Met. I, 524. Bgwfd. VI, 142; VII, 239.
2) Ann. d. Chem. u. Pharm. LXXXV, 150.
3) Polyt. Centr. 1855. p. 1185; 1858. p. 119.
4) Polyt. Centr. 1855. p. 1466. Dingl., Bd. 147. p. 445. B. u. h. Ztg. 1860. p. 388.
5) Liebig, Pogg. u. Wöhler, Handwörterb. d. Chem. 1842. p. 726 unter „Eisen".
6) B. u. h. Ztg. I, 326.
7) Die Lehre von den Brennmaterialien ist ausführlich behandelt in Scheerer's Metallurgie, I. 135. Knapp, chem. Technologie I. 6.

Vorkommen. zur Erzeugung von Wärme angewandt werden. Die Brennmaterialien finden sich entweder natürlich im Pflanzenreiche (vegetabile Brennstoffe, Holz) oder als fossile, mineralische Brennmaterialien im Steinreiche, durch Vermoderung und Verwesung [1]) von vegetabilen Brennstoffen erzeugt (Torf, Braunkohle, Steinkohle), oder sie werden aus diesen rohen Brennstoffen durch Erhitzen bei mehr oder weniger Abschluss von Luft (Verkohlen, Vercoken) künstlich dargestellt (Holz- und Torfkohle, Coks von Braunkohlen und Steinkohlen, brennbare Gase). Die natürlichen oder rohen Brennmaterialien bestehen im Wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und gewissen unorganischen Substanzen und geben beim vollständigen Verbrennen Kohlensäure und Wasser unter Zurücklassung der unorganischen Substanzen als Asche. Durch Erhitzen bei Luftabschluss (trockene Destillation) setzen sich die Atome der einzelnen Elemente in den Brennstoffen um, sie folgen den Gesetzen der Verwandtschaft; es verbindet sich zunächst der Sauerstoff mit dem Wasserstoff zu Wasser und die alsdann von beiden überschüssig bleibende Gasart mit Kohlenstoff entweder zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure oder zu Kohlenwasserstoff, welche Verbindungen theils als mehr oder weniger brennbare Gase entweichen, theils sich zu Flüssigkeiten (Theer, Essigsäure etc.) verdichten lassen. Niemals ist von Sauerstoff und Wasserstoff so viel überschüssig vorhanden, dass sämmtlicher Kohlenstoff in gasartige Verbindungen verwandelt wird, es bleibt immer

Zusammensetzung.

Verhalten bei erhöhter Temperatur.

Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde, Bd. XIV. 1860. Fritsche, die Brennstoffe und ihre Anwendung. Neustadt 1847. Valerius, Handb. der Roheisenfabrikation, deutsch von Hartmann. Freiberg bei Engelhardt, 1851. p. 114. Ergänzungsheft dazu, 1853. p. 25. Valerius, Handb. der Roheisenfabr., deutsch v. Hartmann. Freiberg bei Engelhardt, 1845. p. 1. Plattner's Vorlesungen über Hüttenkunde. p. 49. C. Hartmann, die mineralischen Brennstoffe. 2. Aufl. Halle 1856. — Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. Freiberg 1858. p. 19. — Muspratt's angew. Chem., bearb. von Stohmann. Bd. II. 1857.

1) Knapp, chem. Techn. I. 15. — Bischoff, Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie II. p. 1755.

ein Theil desselben als Kohle oder Cokes mit den Asche gebenden Bestandtheilen vereinigt zurück, und zwar um so mehr, je niedriger man beim Verkohlen die Temperatur hält und je weniger rasch sie steigt. Die Gewinnung dieser Kohle ist der Zweck des Verkohlens im Grossen. EBELMEN [1]) hat die in den verschiedenen Verkohlungsperioden entweichenden Gase analysirt, aus ihrer Zusammensetzung auf die stattfindenden Vorgänge geschlossen und daraus practische Regeln für die Verkohlung abgeleitet.

Verbrennungserscheinungen.

Wegen Unvollkommenheit der Feuerungsvorrichtungen findet bei metallurgischen Prozessen gewöhnlich keine vollständige Verbrennung [2]) der festen rohen Brennmaterialien statt, vielmehr verbindet sich an deren Oberfläche zunächst der am leichtesten oxydable Bestandtheil, der Wasserstoff, mit dem Sauerstoff der Luft, die dabei entwickelte Hitze wirkt auf das Innere der festen Stücke verkohlend ein und in Folge dessen treten daraus brennbare Gase hervor. Diese entzünden sich und bilden die Flamme, während der zurückbleibende nicht flüchtige Kohlenstoff sich allmälig mit Sauerstoff verbindet und Glühefeuer gibt. Ein Brennmaterial entzündet sich um so leichter und brennt um so besser mit einer langen Flamme fort, je mehr Wasserstoff es enthält.

Die Brennbarkeit, d. h. die Leichtigkeit, mit welcher sich der Brennstoff entzündet, nimmt mit seiner Dichtigkeit ab und mit dem Wasserstoffgehalt bei gleicher Dichtigkeit zu. Aschentheile vermindern die Brennbarkeit. Ob der Brennstoff eine mehr oder weniger lange Flamme gibt (Flammbarkeit), hängt weniger von der Dichtigkeit, als von seinem Wasserstoffgehalte ab, welcher mit Kohlenstoff Flamme erzeugende, brennbare Gase gibt. Ein grösserer Aschengehalt schwächt auch die Flammbarkeit, welche bei der Wahl und Construction der Erhitzungsapparate von wesentlichem Einflusse ist.

---

1) Bgwfd. VII, 209, X, 161. —

2) Ueber Verbrennung bei metallurgischen Feuerungen, siehe: JULLIEN in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Tom. III. livr. 3. p. 340.

Zuweilen unterstützen die Wirkung des Brennmaterials brennbare Stoffe in dem zu behandelnden Erze (Schwefel, Bitumen).

Verbrennungsvorrichtungen.

Die Verbrennung [1]) der Brennmaterialien geschieht entweder mittelst Gebläse- oder Zugluft. Erstere durchdringt das Brennmaterial vollständiger als letztere, gestattet eine sehr vollkommene Verbrennung und die Hervorbringung der höchsten Hitzgrade. Je nach der Vollkommenheit der Feuerungsvorrichtung findet bei Zugluft, durch eine Esse hervorgebracht, die Verbrennung mehr oder weniger vollständig statt. Es lassen sich folgende hauptsächliche Feuerungseinrichtungen bei Zugluft unterscheiden:

Herde ohne Rost.

1) Verbrennung auf einer soliden horizontalen Unterlage. Derartige Vorrichtungen, bei leicht entzündlichem und in dickeren Stücken vorhandenem Brennmaterial, z. B. Holz, lockerem Torf etc. gebräuchlich, gestatten eine nur sehr unvollständige Verbrennung an der Oberfläche der Stücke durch die seitwärts zutretende Luft, welche grösstentheils unbenutzt entweicht. Im Innern der Stücke findet durch die äusserlich entwickelte Hitze eine Verkohlung statt und die Producte derselben entweichen beim Abkühlen, grösstentheils unverbrannt, als Rauch in reichlicher Menge.

Gewöhnlicher Rost.

2) Verbrennung auf horizontalen Rosten. Das in grösseren Stücken vorhandene Brennmaterial verbrennt in einem von Mauerwerk umschlossenen Raume auf einer Unterlage von Eisenstäben (Traillen), welche hinreichende Zwischenräume für den Zutritt der Luft zum Brennmaterial lassen. Dadurch, dass die Luft von unten durch das hinreichend dicht liegende Brennmaterial zieht, wird der Sauerstoff derselben vollständiger absorbirt, als im vorigen Falle, und es findet über dem Rost eine vollständigere Verbrennung statt. Die dabei entwickelten heissen Verbrennungsproducte steigen mit der sauerstoffarmen Luft empor, ihre Hitze wirkt

1) Compendium zur Wärmemesskunst und deren Anwendung von C. Schinz. Stuttgart 1858. — Grashof, Untersuchungen über Feuerungsanlagen, nebst Beschreibung eines Gasofens mit selbstwirkendem Regulator. Mit Rücksicht auf einen Aufsatz von C. Schinz. Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. 1857. Februar. — Leo, die Brennmaterialienlehre. 1860. S. 265.

auf die oberen Lagen Brennmaterial entkohlend ein und es entweichen unverbrannte Verkohlungsproducte als Rauch, welcher besonders in reichlicher Menge hervortritt, wenn man frische Mengen Brennmaterial auf den Rost wirft. Durch diese Rauchbildung, (welche sich durch einen nach hinten ansteigenden Rost vermindern lässt, indem dadurch Rauch und heisse Luft in innigere Berührung gebracht werden), entsteht einmal Verlust an Brennstoff, dann kann der Rauch auch bei dem hervorzubringenden chemischen Prozess störend wirken. Damit bei längeren Rosten eine hinreichende Menge Luft nach hinten zu zum Brennmaterial gelangt, legt man wohl die hinteren Traillen weiter auseinander, als die vorderen (Oberharzer Treiböfen). Ausser den schädlichen Einwirkungen des unregelmässigen und unsichern Zuges der Esse auf die Betriebsresultate hat diese Verbrennungsweise noch den Nachtheil, dass 15—20 % Brennmaterial als Cinders oder Braschen (Asche mit unverbrannten Kohlentheilchen) für den Ofenbetrieb verloren gehen, indem sie durch den Rost in den Aschenkasten fallen und dann nur zu Glühfeuern verwendet werden können. Mit der Unreinheit der verbrannten Kohlen steigt dieser Verlust sehr rasch.

Beförderu des Verbr nens.

Beim Einschüren von Brennmaterial gelangt durch das Oeffnen des Schürlochs kalte Luft über den Rost, wodurch für den im Ofen vorgenommenen Prozess schädliche Temperaturschwankungen entstehen können.

Zur vollständigeren Ausnutzung des Brennmaterials auf horizontalen Rosten hat man unter Anderen nachstehende Einrichtungen getroffen:

Anwendu von Unt wind.

a) Man verschliesst den Rost unterhalb und leitet in den geschlossenen Raum Gebläseluft, wobei LAN [1]) beim Schweissen des Eisens wesentliche Vortheile hinsichtlich des Eisenabbrandes und des Steinkohlenverbrauchs erhielt, aber auch die Nachtheile, dass durch die fortgerissene Asche das Eisen verunreinigt und der Rost mehr als gewöhnlich verschlackt wurde. Beim Eisenpuddeln bewährte sich diese Einrichtung

1) B. u. h. Ztg. 1857. p. 18.

nicht. Zu Neustadt am Rübenberge gab dieselbe nach LANGENHEIM[1]) und BECKER[2]) den besten Erfolg.

Weitere Benutzung der heissen Verbrennungsproducte.

b) Man benutzt die entweichenden brennbaren und unbrennbaren heissen Gase zu andern Zwecken, z. B. zur Erwärmung der Gebläseluft, zur Dampferzeugung, zum Auswärmen von gewissen Eisensorten etc.

Rauchverbrennung.[3])

c) Man sucht den Rauch entweder schon im Entstehen durch Regelmässigkeit und Gleichförmigkeit des Feuers zu verzehren, so dass die sich abscheidenden Kohlentheilchen schon in der Flamme vor der Abkühlung verbrannt werden (Anwendung von mechanischen Aufschüttern des Brennmaterials[4]), Schürtrichter, korbförmige Einrichtung des Rostes, wobei die Luft auch von den Seiten zum Brennmaterial tritt, Anwendung von Unterwind etc.), oder sucht den Rauch, nachdem er bereits entstanden, aber noch innerhalb des Ofens ist, durch passende Zuführung heisser Luft zu verbrennen, ehe sich die Flamme zu sehr abgekühlt hat. Es ist vorgeschlagen, die Roststäbe hohl zu machen, Luft durchzuleiten, sich diese erwärmen zu lassen und dann behuf der Rauchverbrennung über den Rost zu leiten.[5]) JULLIEN[6]) unterscheidet in seiner Abhandlung über die Verbrennung des Rauches und der brennbaren Gase: Rauchverzehrung durch die Art des Schürens, die Regelmässigkeit des Schürens und die Art der Verbrennung. JULLIEN's Arbeit ist von LAN[7]) mehrfach berichtigt worden.

Erhitzte Zugluft.

d) Durch Anwendung von erhitzter Luft, welche zu einer Brennmaterialersparung führt. Man erreicht eine solche Erhitzung dadurch, dass man den Traillen eine starke Ausbauchung nach unten gibt, wodurch zwischen denselben gleichsam ein Lufterhitzungsapparat entsteht.

1) B. u. h. Ztg. 1859. p. 398, 469.
2) Berggeist No. 96 u. 98 de 1859.
3) Bgwfd. XVIII. No. 47 u. 48 de 1855. — DINGL., Bd. 148. S. 133. SEYFERTH, die verschiedenen Rauchverbrennungsvorrichtungen, Preisschr., in d. Mittheil. d. sächs. Ingen.-Ver. 2. Hft. Dresd. 1860.
4) DEELLY im Polyt. Centr. 1854. p. 825.
5) Oester. Ztschr. 1856. p. 101.
6) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Tom. III. livr. 3., p. 340. 1858.
7) Ibid. Tom. IV. livr. 1. p. 53. 1858.

Fischbauchrost.

Ein solcher Fischbauchrost, wie er bei den Oberharzer Treiböfen schon seit längerer Zeit in Anwendung ist, erforderte beim Abrösten von Bleierzen im CRAMER'schen Röstofen zu Schemnitz pro Centner Erz 5,6991 Cubikfuss Holz, während bei gewöhnlichen Traillen 9,3952 Cubikfuss nöthig waren. [1])

Schlacken- oder Klinkerrost.

Auf ähnliche Weise findet die Erwärmung der Luft bei den Schlacken- oder Klinkerrosten[2]) (Waleser Kupferöfen, belgische und westphälische Zinköfen etc.) statt. Man lässt sich auf mehreren Eisenstangen aus der Asche des Brennmaterials einen künstlichen Rost von etwa 0,6 Meter Höhe bilden, auf welchem das Brennmaterial 0,6—0,7 Meter hoch angehäuft liegt. Durch die in der Klinkermasse hergestellten Canäle und Zwischenräume tritt die Luft, erwärmt sich und trifft das Brennmaterial. Eine derartige Vorrichtung gestattet die Anwendung eines staubartigen Brennmaterials (z. B. Anthracit) und den Schutz des eisernen Rostes vor einem etwaigen Schwefelgehalt des Brennmaterials. Auch braucht man solche Roste nicht sehr oft zu lüften.

Gestatten magere Steinkohlen die Bildung von Schlacken nicht, so bewirft man wohl von Zeit zu Zeit die Kohlenschicht ganz dünn mit bis zur Erbsengrösse zerkleinten Eisenhohofenschlacken.

Gasgeneratoren.

Dadurch, dass man eine hohe Lage Brennmaterial auf einen Rost bringt (oder unten in dieselbe Gebläseluft einleitet), gelangt man zur Construction der Gasgeneratoren. Es verbrennt darin das Brennmaterial in den untern Partien in Berührung mit der Luft zu Kohlensäure, diese steigt in den glühenden Brennmaterialschichten in die Höhe, reducirt sich zu Kohlenoxydgas und wird als solches durch zugeführte Luft verbrannt. Diese Methode, von welcher später noch ausführlich die Rede sein wird, gestattet eine sehr vollständige Ausnutzung auch eines schlechteren Brennmaterials ohne Rauchbildung.

1) Oester. Ztschr. 1857. p. 172.

2) LE PLAY, Beschr. der Hüttenprozesse, welche in Wales zur Herstellung des Kupfers angewandt werden, deutsch von HARTMANN. 1851. p. 34, 54, 78, 82. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 23; 1860. S. 164. MUSPRATT-STOHMANN's techn. Chem. Bd. III. S. 1894.

SENGER[1]) erreicht dadurch eine rauchlose Verbrennung von Steinkohlen bei einer Dampfkesselheizung, dass er zwei durch eine Scheidewand getrennte Feuerungen neben einander legt und so schürt, dass sich auf der einen bereits Cokes befinden, wenn die andere mit frischem Brennmaterial versehen wird. Die durch die Cokes grossentheils unzersetzt hindurch gehende Luft erwärmt sich und verbrennt beim Zusammentreffen mit dem von der andern Feuerung kommenden Rauch letzteren.

MÜLLER's Heizpult.

3) Verbrennung auf Heizpulten von MÜLLER[2]). Der Rost wird durch eine nach hinten geneigte, mit 5 Linien weiten Oeffnungen versehene Gusseisenplatte gebildet, unter welche man schwach gepressten Wind leitet. Man kann auf solchem Rost aschenreiches Brennmaterialklein vollständig verbrennen und es sind derartige Vorrichtungen bei Puddel- und Schweissöfen gebräuchlich (zu Buchscheiden für Torf und zu Prävali in Kärnthen für Braunkohle, für lignitartige Braunkohle zu Krems in Steyermark und Maximilianshütte bei Regensburg etc.).

Treppenrost.

4) Verbrennung auf Stufen- oder Treppenrosten.[3]) Das Brennmaterial gelangt durch einen Trichter *b*, nach Aufziehung des Schiebers *c*, auf den Treppenrost *a* (Taf. II. Fig. 50), welcher aus in Zwischenräumen treppenförmig über einander gelegten Eisenstäben besteht. Diese ruhen wohl mit ihren Enden im Mauerwerk. *d* Schieber, auf welchem sich die verschlackte Asche des Brennmaterials ansammelt und entweder durch Aufziehen des Schiebers nach unten fallen, oder auch seitwärts durch die Oeffnung *e* ausgezogen wer-

---

1) B. u. h. Ztg. 1856. p. 213.
2) TUNNER's Jahrb. 1854. p. 247; 1860. S. 346. B. u. h. Ztg. 1859 p. 224; 1860. p. 208.
3) TUNNER's Jahrb. 1852. p. 246. — Bgwfd. XVI, 504; XVII, 668. — B. u. h. Ztg. 1854. p. 297. — Polyt. Centr. 1856. p. 186. Oester. Zeitschr. 1855 No. 46. 1856 No. 11. — Anweisung des k. preuss. Bergamtes zu Saarbrücken zum Bau von Treppenrosten für die Feuerung der Dampfkessel etc. in DINGL., polyt. Journ. CLIV. Heft 2. p. 88. 1859. — RITTINGER's Erfahrungen in Oester. Ztschr. 1859. No. 49; B. u. h. Ztg. 1860. S. 180.

den kann. *f* Feuerbrücke. *g* Flammenloch. *h* Canal zur Zuführung von Verbrennungsluft.

Diese Roste lassen eine continuirliche Feuerung und die Anwendung von Brennmaterialklein zu, der Cinderfall wird fast ganz vermieden, Luft und Brennmaterial gelangen stets gleichmässig in passendem Verhältniss in den Verbrennungsraum, letzteres liegt in dünnen Schichten auf dem Rost, kann von Luft gehörig getroffen werden und wird nicht von den heissen Verbrennungsproducten verkohlt. Dadurch wird der Rauchbildung entgegengewirkt, und sollte sie stattgefunden haben, so wird der Rauch von der durch *h* zutretenden Luft verbrannt. Man kann auch zur Verbrennung des Rauches nach HEILMANN [1]) am Fusse des Treppenrostes bei *d* noch einen horizontalen Rost anbringen, unter welchen atmosphärische Luft geleitet wird. Wegen ihrer Einfachheit sind die Treppenroste überall leicht anzubringen und bequem zu handhaben, und sie gewähren eine nicht unbedeutende Ersparung an Brennmaterial. Fette Steinkohlen eignen sich weniger für den Treppenrost, als magere, weil sie sich in dem grossen Feuerraum zu voluminösen Klumpen ballen und dadurch Canäle entstehen, durch welche die Luft, nur unvollständig benutzt, hindurchzieht. Dieselben sind sowohl für Steinkohlen- als Braunkohlenfeuerung bei Dampfkesseln, Siedereien, Puddelöfen, Schweissöfen, Eisensteinsröstöfen mit dem besten Erfolg in Anwendung gekommen.

Bei Anwendung des VOGEL'schen Ofens mit Treppenrost, zwischen dessen Stufen man mittelst eines Ventilators erzeugten Gebläsewind hindurchleitet, wird nach v. SCHWIND [2]) auf der Saline Hall das feinste Braunkohlenklein sehr vortheilhaft ausgenutzt und es dürfte dieser Ofen in allen Fällen, wo nicht eine bestimmte Höhe der Temperatur erforderlich ist, geeignet sein, alle Arten von Brennstoff gebenden Minutien sehr vollkommen zu verbrennen. Zum Verbrennen von Brennmaterialklein, z. B. Sägespänen, empfiehlt sich auch KRAFFT's Ofen. [3])

1) Polyt. Centr. 1856. p. 1530. No. 24.
2) Oester. Zeitschr. 1859. No. 9. p. 65.
3) DINGL. CXLVIII, 137; CLI, 240.

Kettenrost.

Beim Kettenrost liegen die Stäbe wie beim Treppenrost quer und sind zu einer über zwei Trommeln laufenden VAUCANSON'schen Kette verbunden. Diese in Frankreich und England neuerdings eingeführten beweglichen Roste mit Rauchverbrennung sollen 18—25 % Brennmaterialersparung gewähren. [1])

Schraubenrost.

MANDLAY [2]) hat einen Schraubenrost construirt und neuerdings ist der LANGEN'sche Etagenrost [3]) sehr empfohlen.

Pultfeuerung.

5) Pultfeuerung. [4]) Dieselbe unterscheidet sich von den Rostfeuerungen dadurch, dass das Brennmaterial von der atmosphärischen Luft von oben nach unten durchstrichen wird und die Verbrennungsproducte unter dem Brennmateriale abziehen. Bei Anwendung von Holz hat eine Pultfeuerung nachstehende Einrichtung (Taf. II. Fig. 51, 52):

Ein oblonger Feuerraum *A*, welcher seine Begrenzung durch die Seitenmauern *a*, die Brustmauer *b* und die Mauer *c* des zu erhitzenden Raumes *B* erhält, hat an den beiden schmalen Seiten *a* die Vorsprünge *d*, auf welche Holzscheite von getrocknetem oder gedörrtem Holze gelegt werden. Durch einen mit *B* in Verbindung stehenden erwärmten Rauchfang erregt man Zug, welcher durch das Flammenloch *e* hindurch auf den Feuerungsraum *A* wirkt. Wird nun das Holz an seiner untern Partie durch brennende Späne oder Kohlen entzündet, so zieht die Flamme durch *e* in den Raum *A* und erhitzt darin vorhandene Körper. Die durchgebrannten Holzscheite, welche fortwährend erneuert werden müssen, lassen Kohlen fallen, welche auf der Böschung der Brustmauer abrutschen und verglimmen, und die davon erfolgenden Verbrennungsgase treten ebenfalls in den Ofen *B* ein. Durch eine passende Oeffnung wird zeitweise die sich ansammelnde Asche entfernt. Eine solche Vorrichtung lässt eine vollständigere Verbrennung eines Brennmaterials und die Erzeugung einer höhern Temperatur zu, als ein gewöhnlicher Rost. Während bei letzterem die

1) Polyt. Centr. 1854. p. 249.
2) Bgwfd. XIII, 414.
3) Berggeist 1860. No. 67, 73, 74.
4) v. SCHWIND in Oester. Zeitschr. 1859. p. 44. B. u. h. Ztg. 1859. S. 196, 389. — Leobener Jahrb. 1858. No. 4.

heissen Verbrennungsproducte gemeinschaftlich mit der von Sauerstoff befreiten Luft durch die oberen Brennmaterialschichten ziehen, auf diese verkohlend einwirken und zur Rauchbildung beitragen, kommt bei der Pultfeuerung das Brennmaterial von oben immer mit frischer Luft in Berührung, kann also vollständig verbrennen und die Verbrennungsproducte ziehen nach unten. Die Richtung des Luftzuges nach unten wirkt hindernd auf seine Fortbewegung durch's Brennmaterial und dadurch entsteht eine für die Verbrennung günstig wirkende Compression der Luft. Den bei andern Rostfeuerungen entstehenden Verlust, welcher durch die durch den Rost hindurchfallenden Cinder verursacht wird, vermeidet man hierbei; die Analyse der Asche und die Rauchlosigkeit geben Zeugniss von der stattfindenden vollständigen Verbrennung und es kann auch keine kalte Luft in den zu heizenden Raum dringen.

Diese Pultfeuer geben aber nicht bloss die grösste Wärmemenge (wie sie z. B. bei Salinen ausgenutzt werden soll), sondern auch die höchsten Temperaturen, wenn man nur gedörrtes Holz anwendet und dieses immer in solcher Menge im Heizraum erhält, als die zutretende Luft zu verbrennen vermag. Es ist dann die vollständig entwickelte Wärme auf die kleinst mögliche Luftmenge gelegt und das möglichst reiche Verhältniss der Wärme zur Gasmenge vorhanden, und dies ist die höchste mögliche Temperatur. Es würde sich danach eine Pultfeuerung mehr zum Glühen, als für Röstöfen eignen. Man wendet dieselbe z. B. auf österreichischen und baierischen Salinen, in Porzellanöfen, in Puddelöfen [1]), bei der Quecksilberdestillation [2]), beim Holzdarren zu Mariazell [3]) etc. an.

Das geeignetste Material für die Pultfeuerung dürfte das Holz bleiben, welches sich freitragend einschlichten lässt, also der Luft stets vollständigen Durchgang gestattet. Es bleiben aber noch mancherlei Fragen dabei zu beantworten. Es ist gewiss nicht gleichgültig, wie hoch der Schacht über der Oeffnung *e* liegt, wodurch der Brennraum mehr oder

1) Tunner's Jahrb. 1847. — B. u. h. Ztg. 1848. p. 226.
2) B. u. h. Ztg. 1854. p. 357.
3) Oester. Zeitschr. 1859. p. 259.

weniger hinaufgerückt wird, ferner ob die vertikal brennende Fläche auf Kosten der horizontalen vergrössert werden kann u. dgl. m. So viel ist trotzdem aber gewiss, dass das Pultfeuer alle Mittel bietet, um bei gegebenem Rauchfange die Quantität des stündlich zu brennenden Holzes beliebig festzustellen, indem man die bedingenden Elemente, Vorsprünge *d* und Brust *b*, beweglich herstellen oder nach jeder Campagne neu mauern kann.

v. SCHWIND theilt folgende Dimensionen für einige Pultfeuer nebst den davon täglich consumirten Holzquantitäten mit:

	I.	II.	III.	
Breite des Feuers von Stirnmauer zu Stirnmauer (Holzlänge)	40	43	43	Zoll
Weite zwischen Brust- und Feuermauer	12	16	10	„
Höhe des Scheitelpunctes *f* über den Vorsprüngen *d*	11	11	11	„
Höhe des Holzschachtes über dem Scheitelpunct *f*	26	31	31	„
Brennende Fläche, Quadratfuss	4,5	5,5	4,4	
Täglicher Verbrannd von geschichteten Wiener Klaftern Fichtenholz à 108 Cubikfuss à 20—22 Ctnr.	2	2,14	1,45	

Auch für Torf und Steinkohlen ist die Pultfeuerung mit einer Abänderung in der Construction eingerichtet [1]).

v. POSCH [2]) theilt seine Erfahrungen über die als rauchverzehrende Apparate sich empfehlenden Pultfeuerungen beim Salzsudbetriebe im Salzkammergut mit.

Allgemeines.

§. 42. Das Trocknen und Darren der Brennmaterialien. Die Leistungen eines Brennmaterials beim Verbrennen hängen ausser von der quantitativen Zusammensetzung der organischen Substanz und der Einrichtung der Feuerung hauptsächlich von dem Gehalte an hygroskopischer Feuchtigkeit ab, welche zu ihrer Verflüchtigung Wärme absorbirt und die Brennbarkeit und Flammbarkeit

1) DINGL., CX, 93. B. u. h. Ztg. VII, 281. — MUSPRATT-STOHMANN'S techn. Chem. III. 1341.

2) Schemnitzer und Leobener Jahrb. von FALLER. VIII. Bd. (1858.) p. 112.

beeinträchtigt. Die Verbrennung wird unvollständig und es entsteht eine russende Flamme, welche Verlust an Brennstoff herbeiführt, die zu erhitzenden Apparate und Substanzen mit Russ beschlägt, was bei Oxydationsprozessen, z. B. Röstprozessen, störend wirkt etc.

Die organische Substanz im Holze (Holzstoff) z. B. gibt bei einer Entwicklung von 4000 Wärmeeinheiten eine Temperatur von 1700 ° C., welche sich auf 1380 ° C. vermindert, wenn das Holz 40 % Wasser enthält, und auf 1120° C., wenn das Verhältniss des Wassers 82 % ausmacht. Im lufttrocknen Holze beträgt der Wassergehalt 20 %, zur Verdampfung desselben und zur Dampferhitzung gehen etwa 5 % Kohle, wonach die Minderwirkung 25 % beträgt. Weniger von Nachtheil ist ein hygroskopischer Wassergehalt, wenn es nur auf die Hervorbringung einer bestimmten Wärmemenge ankommt oder wenn die gasförmigen Verbrennungsproducte unter einer Temperatur in die Atmosphäre entweichen können, welche unter der steht, worin sich die in den Gasen enthaltenen Wasserdämpfe verdichten (Siedeprozesse, Röstprozesse). Dagegen ist ein Wassergehalt sehr schädlich, wenn es sich darum handelt, rasche, hohe Hitzgrade hervorzubringen. Während es im ersten Falle genügt, die Brennstoffe an der Luft trocken werden zu lassen, muss in letzterem der Wassergehalt durch erhöhte Temperatur, durch Darren oder Dörren ausgetrieben werden, z. B. bei der Stabeisenbereitung in Flammöfen.

Trocknen an der Luft und Dörren.

Von den in obiger Art vorzubereitenden Brennmaterialien kommen besonders Holz und Torf in Betracht, weniger Braunkohlen und Steinkohlen. Letztere enthalten nur wenig hygroskopisches Wasser, die Braunkohlen dagegen meist viel. Einen Theil desselben entfernt man durch Ablagern derselben in bedeckten, luftigen Räumen. Ein Dörren ist nur dann vortheilhaft, wenn die Braunkohlen dabei nicht zu sehr zerfallen, z. B. die Lignite, und zur Erzeugung höherer Temperaturgrade benutzt werden sollen, wie auf manchen Hütten in Oesterreich und Baiern.

I. Trocknen der Brennmaterialien an der Luft.

Holz.

Das frischgefällte Holz wird in Kloben, dann in kleine Scheite verwandelt und diese an einem trocknen, luftigen

Orte regelmässig in Haufen aufgeschichtet (aufgezaint). Die Seiten des Haufens bilden zu grösserer Stabilität Schränke. Eine sehr zweckmässige Methode der Aufklafterung ist auf manchen Hüttenwerken Steyermarks, z. B. in Neuberg, in Anwendung, das Aufklaftern mit Kopf und Fuss[1]). Die theilweise undichte Aufschichtung des Holzes am Fusse gestattet bei quer gelegten Fussscheiten das Eindringen der Luft ins Innere und ein loses Holzdach führt das Regenwasser rasch ab.

Der Zweck des Trocknens wird noch vollständiger erreicht, wenn man die Holzhaufen in luftigen Schuppen aufbewahrt. Für einen grossen Bedarf kommen jedoch solche Vorrichtungen zu kostspielig.

Im Verlauf des Winters geschlagenes Holz enthält am Ende des Sommers etwa noch 40% Wasser, und nach mehrjährigem Aufbewahren noch 15—20 %.

Torf.

Der Torf enthält meist eine so grosse Menge Wasser, dass dieselbe vor dem Gebrauche durch längeres Aufbewahren an der Luft jedenfalls gehörig ausgetrieben werden muss.

Man hat dazu unter Anderem folgende Methoden:

Trocknen in Haufen.

1) Trocknen in freien Haufen. Der Torf wird sogleich nach dem Stechen in kleinen, luftigen Haufen im Freien lufttrocken gemacht. Bei diesem Verfahren hängt der Erfolg grösstentheils von der Witterung ab; er muss mindestens 2 Monate im Freien bleiben und kommt meist mit mehr als 30 % Wasser in die Magazine. Trotz der Einfachheit ist dieses Verfahren nichts weniger als ökonomisch und für grössere Torfwerke keineswegs zu empfehlen. Durch Regen entsteht ein nicht geringer Materialverlust, am meisten bei erdigem und Specktorf.

Trocknen in Häusern.

2) Trocknen auf Stellagen in Hütten. Dieses Verfahren, z. B. auf dem Oberharze und zu Freudenberg[2]) in Kärnten in Anwendung, besteht an letzterem

---

1) Tunner's Stabeisen- und Stahlbereitung. Bd. I, p. 20. Scheerer's Met. I, 172.

2) Zerrenner's metallurg. Gasfeuerung. Wien 1856. p. 186. — B. u. h. Ztg. 1857 p. 106; 1858. p. 341. Tunner's Leoben. Jahrb. 1857. S. 137.

Orte darin, dass man den Torf, welcher zu $^2/_3$ aus Specktorf mit 5—8 % Asche und zu $^1/_3$ aus Fasertorf mit 3—5% Asche besteht, baggert, d. h. mit Hacken aufhaut, mittelst Schaufeln auf einen Haufen wirft, denselben mit Wasser begiesst und durchtritt, worauf die zubereitete Masse in trapezoidale Formen geschlagen wird. Die Ziegel erhalten $4^3/_4$ Zoll Höhe, $14^1/_2$ Zoll obere und $15^1/_2$ Zoll untere Länge, $3^3/_4$ Zoll obere und 5 Zoll untere Breite. Nach dem Trocknen haben die Ziegel nur noch $^2/_3$, Specktorf $^1/_3$ dieser Massen. Das Trocknen geschieht auf Stellagen in schmalen, $7^1/_2$ Fuss hohen hölzernen Trockenhäusern von 54—60 Fuss Länge (Taf. II. Fig. 53, 54). *A* Hauptpfähle, durch Riegel *d* vor dem Einsinken geschützt. *b* Spreitzen, durch *A* gehend und an ihren Enden von Stützen *c* getragen. *e* Stützen für das Dach, *f* Bretter zur Aufnahme der Ziegel *g*. Die Stellagen sind mit der Breitseite gegen Süden gerichtet. Eine 10 Klafter lange Stellage fasst 2000 Stück Ziegeln, welche nach 5—6 Wochen trocken sind und nur bei sehr feuchter Witterung gewendet werden. Auf ihnen wird der Torf im Jahre drei- bis viermal lufttrocken; der vierte oder fünfte Einsatz bleibt bis zum nächstfolgenden Jahr unter Dach im Freien. 1000 Stück Ziegel kosten zu gewinnen und zu trocknen 18 Fl. 8 Kr., der Transport auf einer Eisenbahn in Wagen 8—9 Kr. Ein Wagen fasst 6—7 Schaff à 16 Cubikfuss österr. = 0,500 Cubikmeter = 150—200 Torfziegel. 1 Schaff Torf mittlerer Güte wiegt 185 Pfd. = 207 Pfd. Zollgewicht bei 4—9% Aschengehalt.

Zu Buchscheiden in Kärnten wird Specktorf meist mit 4%, zuweilen mit 14—20% Asche gebaggert und mit einem geringen Theil des nicht hinreichend haltbaren Fasertorfes auf Stellagen getrocknet. 1000 Specktorfziegel zu schlagen, zu trocknen und in Magazine zu bringen, kosten 1 Fl. 15 Kr.

Zu Kessen [1]) in Tyrol und zu Ebenau [2]) im Salzkammergute wird diese Methode auch angewandt.

Auf dem Oberharze wird der Torf erst in Haufen,

1) Zerrenner, Gasfeuerung. p. 196.
2) Ibid. p. 204.

dann in Stellagen mit hölzernem oder gusseisernem Gerüst getrocknet, welche mit einem Dache und Seitenklappen gegen den Regen versehen sind. Im Winter bleibt der Torf in den Stellagen.

Dieses Verfahren ist da anwendbar, wo noch kein Mangel an Holz stattfindet und Schlagregen und heftige Windstösse nicht zu fürchten sind.

Sehr zweckmässig geschieht das Trocknen in soliden Trockenhäusern zu Staltach.[1])

Dasselbe empfiehlt sich besonders für Maschinen- oder Streichtorf, weil diese Sorten von den Atmosphärilien am meisten leiden, und kommt hinsichtlich der Arbeitslöhne mit jenem im Freien ziemlich gleich oder sogar etwas geringer, weil der Torf auf den Stellagen kein öfteres Umsetzen erfordert. Der lufttrockne Torf enthält immer noch 20—30% Wasser.

Trocknen auf Hiefeln.

3) Trocknen auf Hiefeln. Dieses Verfahren ist besonders in Kärnthen, z. B. in Buchscheiden[2]), in Anwendung für Fasertorf mit 3—5% Asche. Derselbe wird in 10 Zoll lange und breite und 3 Zoll dicke Ziegeln gestochen, welche 2—3 Tage an der Erdoberfläche liegen bleiben, bis sie hinreichende Festigkeit erhalten haben. Dann werden sie zum raschen Trocknen auf Hiefeln gesteckt. Dies sind 8 Fuss hohe und 3—4 Zoll starke Pfähle *a* (Taf. II. Fig. 55), welche in etwa 10 Zoll Entfernung 8—9 Stück 2 Fuss 6 Zoll lange, kreuzweis durchgesteckte Stäbe *b* von 1 Zoll Dicke enthalten, an beiden Enden zugespitzt. An jede Hälfte der Sprosse werden 4—5 Stück Torfziegel *c* so angesteckt, dass der Ziegel das Ansteckloch gerade in der Mitte seiner quadratischen oder Breitseite erhält und diese Seite demnach mit dem Pfahl parallel zu stehen kommt, damit der Ziegel vom Regen weniger leide. Die in langen Reihen aufgestellten Hiefeln sind 5 Fuss aus einander. Beim Anstecken an die oberste Sprosse braucht man Treppen. Die Hiefeln, deren 180,000 Stück vorhanden sind, kosten à Stück 12 Kr. und halten 8—10 Jahre; sie würden zweckmässig durch eiserne

1) Vogel, der Torf. München 1859 p. 53.
2) Zerrenner, Gasfeuerung p. 162. No. 1. — Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitg. 1858. Bd. I, p. 33. B. u. h. Ztg. 1857 p. 119.

ersetzt werden können. Das Trocknen dauert 3—8, meistens 4—6 Wochen und kann im Jahre 5mal wiederholt werden. Der Specktorf schwindet um $^{2}/_{3}$, der Fasertorf um $^{1}/_{3}$ seines Volumens. 1 Schaff getrockneter Torf = 160—230 Pfund kostet, in die Magazine geschafft, 14 Kr.

Bei dieser Methode erfolgt das Trocknen bei guter Witterung schneller und besser, als bei irgend einer andern; selbst bei theilweise schlechter Witterung ist sie noch anwendbar, weil ein paar schöne Tage viel schlechte aufheben. Die Hiefeln kosten weniger, als Trockenhäuser, und die Arbeit bei deren Bestecken ist geringer, als auf Stellagen, auch wohl geringer, als beim Trocknen in freien Haufen, weil die Hiefeln eine geringere Fläche einnehmen, leicht zu übertragen sind und die Ziegel auf denselben nicht so, wie in freien Haufen, einmal übersteckt werden müssen.

Das Ueberwintern des Torfes [1]) bei der einen oder anderen Methode führt empfindliche Nachtheile mit sich. Der Frost vergrössert das Volumen des Torfs, zerreisst dessen Structur; das Thauwetter im Frühjahr laugt brennbare Bestandtheile aus und es bleibt ein sehr leichtes, poröses Product zurück. Der Effect von gefrornem Torfe ist ein sehr geringer.

II. Das Dörren der Brennmaterialien.

Zweck.

Geben gleich vollkommen lufttrockne Brennmaterialien, namentlich guter Torf, so hohe Temperaturen, wie sie im Puddelofen erforderlich sind, so müssen sie doch zur Hervorbringung noch höherer Temperaturgrade, wie sie z. B. für den Betrieb der Schweissflammöfen räthlich sind, kurz vor dem Gebrauche künstlich gedörrt werden.

Die Dörrverrichtungen müssen nachstehenden Bedingungen entsprechen: Billigste Herstellung und Erhaltung einer hinreichenden Temperatur, allmälige Erwärmung des in passender Zertheilung befindlichen Brennmaterials, hinlängliche

1) Zerrenner, metall. Gasfeuerung, p. 198, 204. — Oester. Ztschr. 1855. p. 268.

Zeitdauer zum Trocknen, guter Abzug für die Wasserdämpfe, möglichste Einfachheit des Ein- und Ausladens, leichte Löschbarkeit eines etwa ausbrechenden Brandes.

Da beim Dörren nur die hygroskopische Feuchtigkeit der Brennmaterialien ausgetrieben werden, aber keine chemische Zersetzung derselben eintreten soll, so darf die Temperatur beim Dörren die Siedhitze des Wassers nicht viel übersteigen, aber auch nicht viel darunter bleiben. Nach Marsilly erleidet der Torf bei einer Temperatur von 100° C. schon eine wirkliche Zersetzung, indem sich neben Wasser schon kohlenstoffhaltige Producte entwickeln. Man erhält durch Trocknen bei 100—200° C. zwar ein Product von grösserem Effect, aber es tritt auch Verlust an wärmeerzeugender Kraft ein, und das Heizvermögen nimmt nicht in einem dem Gewichtsverlust des Torfes entsprechenden Verhältniss zu.

Man geht bei der künstlichen Trocknung gewöhnlich nur bis zu einem Wassergehalt von 10%, für metallurgische Zwecke treibt man die Trocknung noch weiter, muss dann aber den Torf gleich verwenden, damit er keine Feuchtigkeit wieder anzieht.

Dörrvorrichtungen.

Die in Anwendung stehenden, verschieden eingerichteten Dörrvorrichtungen [1]) lassen sich unter folgende Abtheilungen bringen, je nachdem das zu dörrende Brennmaterial

1) durch Oefen oder Röhren im Dörrraum mittelst strahlender Wärme (Strahlungstrocknung),
2) durch heisse Verbrennungsproducte, welche man auf einer eigenen Feuerung erzeugt oder von einer anderen Feuerung herbeiführt (Rauchtrocknung),
3) mittelst durchgeleiteter, auf irgend eine Art künstlich erwärmter Luft getrocknet wird (Lufttrocknung).

Man hat auch wohl mehrere Arten dieser Systeme combinirt, z. B. bei Euler's Trockengalerie die Strahlungs- und Lufttrocknung.

Vergleichung der verschiedenen Vorrichtungen.

Da das Dörren um so schneller und gleichmässiger erfolgt, je rascher die entwickelten Wasserdünste abgeführt

---

1) Euler, in der Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. Bd. 3. H. 5. u. 6.

werden, je gleichartiger die Temperatur im Dörrraum ist und je mehr heisse Gase denselben durchziehen, so leisten die Vorrichtungen der zweiten und dritten Art mehr als die der ersten, in welchen oben eine grössere, eine theilweise chemische Zersetzung des Brennmaterials herbeiführende Hitze herrscht, als unten. Sind gleich in den oberen Theilen derselben mehrere Dunstlöcher angebracht, so müssen sie doch gegen das Ende des Prozesses in der Regel geschlossen werden, um eine Entzündung des gedörrten Holzes zu verhindern. LE PLAY [1]) redet den Oefen dieser ersteren Art das Wort und sieht eine grössere Vollkommenheit derselben darin, dass die Trocknung weniger durch die rasch ausgetriebene Luft, als durch erzeugten überhitzten Wasserdampf geschieht. Man producirt nach demselben 6 Theile Holzstoff mittelst 1 Theiles verbrannten Holzstoffes. Es wird von LE PLAY ein nach diesem Princip eingerichteter verbesserter Darrofen für Holz vorgeschlagen.

Am wenigsten feuergefährlich sind die Vorrichtungen der dritten Art; die meist wirksameren und billigeren der zweiten gewähren aber vollständige Sicherheit gegen Feuersgefahr, wenn man die heissen Verbrennungsproducte eine Funkenkammer passiren lässt, wie z. B. in Lesjöfors in Schweden. Eine solche Funkenkammer ist über dem Eintritt der heissen Gase mit einer Oeffnung nach aussen versehen, welche durch einen Schieber mehr oder weniger zu öffnen ist und zur Ermässigung der Temperatur in den Gasen dient, mit welcher diese in den Dörrraum treten. Auch sondern sich die Funken in derselben ab. Sie wird entbehrlich, wenn die Verbrennungsproducte durch anderweitige Benutzung (z. B. durch Heizung von Dampfkesseln) bereits so weit abgekühlt sind, dass sie unmittelbar in die Dörrkammern treten können.

Bei dieser Methode, wo die sämmtlichen Verbrennungs-

1) LE PLAY, Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb etc. befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich führen zu können. Deutsch von C. HARTMANN. Freiberg 1854. p. 44.

producte in grosser Menge die Dörrkammer frei durchziehen, wird die Wärme vollständiger benutzt, als bei der ersten und dritten Methode. Soll nach diesen letzteren eine grosse Menge Brennmaterial rasch getrocknet werden, so muss man eine sehr hohe Temperatur anwenden, wodurch Feuersgefahr entsteht.

Eine der vortheilhaftesten Einrichtungen bei Darrapparaten, welche TUNNER[1]) zu Lesjöfors in Schweden fand, besteht darin, dass man die heissen Gase nicht, wie gewöhnlich, von unten nach oben, sondern mittelst eines Exhaustors (Ventilators) von oben nach unten leitet, wodurch eine bessere, gleichförmigere Trocknung erfolgt.

Nach v. SCHWIND[2]) sind Erfordernisse zur vollständigen Benutzung der Wärme zum Trocknen: Zertheilung des Stoffes und Darstellung grosser Oberflächen; Hervorbringung eines warmen, trockenen Luftstromes; Einleitung einer Bewegung des Materials gegen den Luftstrom; Entlassung der trocknenden Luft, ehe sich der darin enthaltene Wasserdampf condensirt. Dem entsprechend müsste ein Apparat so construirt werden, dass sich in einem etwa 4 Klafter langen, 3 Fuss weiten und 4—6 Fuss hohen Canal eine mit Torf etc. beladene Kette ohne Ende einem warmen Luftstrom entgegen bewegt. Einer solchen Einrichtung, welche viel Raum in Anspruch nimmt, nähern sich die Methoden des Torfdarrens in Irland[3]), sowie das später zu beschreibende ältere Verfahren beim Holzdarren in Lesjöfors und in EULER's Trockengalerie.

Die allen Anforderungen entsprechendsten Darrmethoden sind die zu Lesjöfors angewandten neueren, nämlich heisse durch eine Funkenkammer gehörig abgekühlte Gase frei von oben nach unten durch den Darrraum zu leiten, sowie EULER's Trockenmethode in einer Gallerie.

Beispiele.

Als Beispiele für Darrvorrichtungen mögen folgende dienen:

A) Darrkammern, welche durch die strahlende

1) TUNNER, das Eisenhüttenwesen in Schweden. Freiberg 1858. p. 60. Leoben. Jahrb. 1860. S. 108.
2) B. u. hüttenm. Jahrb. von Leoben und Przibram. Jahrg. 1857. Bd. VII, p. 1.
3) Mitthl. des Hann. Gewerbe-Vereins. 1846, p. 71.

Wärme von Oefen oder Röhren geheizt werden (Strahlungstrocknung).

Allgemein

Die Oefen haben entweder eine besondere Feuerung mit gewöhnlichem oder mit Treppenrost, von welchem die Verbrennungsproducte durch Röhren in den Darrraum ziehen, oder man benutzt von einer anderen Feuerung abgeleitete Gase.

1) Holzdarröfen mit eigener Feuerung.

Neuberg

Zu Neuberg [1]) in Steyermark werden in dem Darrraum *a* (Taf. II. 56, 57) 18 Zainklafter 3schuhiges Scheiterholz in gehörigen Zwischenräumen so aufgeschichtet, wie Fig. 57 zeigt. Das Holz wird durch zwei Seitenthüren eingebracht. Die auf dem Herd *b* erzeugten heissen Verbrennungsproducte treten durch zwei zwölfzöllige Röhren *c* und entweichen durch die Esse *d*. Nach dreitägiger Feuerung, wobei 1 Klafter ungedarrtes Holz und 25 Ctnr. schlechte Braunkohlen verbraucht werden, ist das Trocknen vollendet. Nur bei dem vorhandenen sehr schlechten, aschenreichen Brennmaterial, welches einen starken Luftzug erfordert, kann sich ein solcher Apparat empfehlen.

Le Play [2]) beschreibt eine der vorhergehenden ähnliche Darrkammer zu Neuberg mit Treppenrost für Cinder, welche bei anderen Rostfeuerungen mit mineralischem Brennmaterial erfolgt sind.

2) Holzdarrofen, mit Puddelofengasen geheizt.

Carlshütt

Auf dem Erzherzoglichen Puddelwerke in Carlshütte [3]) befindet sich eine ähnliche Einrichtung zum Darren des Holzes, welche sich durch ihre Einfachheit und den Umstand besonders empfiehlt, dass durch passende Regulirungsklappen der Zug der Puddel- und Schweissöfen nicht gestört wird. Die mit den Füchsen der Oefen in Verbindung stehende Röhre zur Aufnahme der Gase besteht zur Hälfte aus Guss-

1) Tunner's Stabeisen- und Stahlbereitung. Bd. I. p. 22. — Stamm, neueste Erfindungen, No. 14 de 1859.
2) Le Play, Grundsätze etc. p. 43.
3) Bericht über die erste allgem. Versammlung von Berg- u. Hüttenmännern zu Wien. 1859, p. 71.

eisen, mit Lehm überkleidet, und die folgende Hälfte, welche die Gase in die Esse führt, aus Eisenblech. Man dörrt in jeder Kammer in der Woche 3 Ladungen à 16 Klafter und bezahlt per Klafter weiches und hartes Holz zu darren resp. 27 und 30 Kr. Beide Sorten wiegen im lufttrocknen Zustande per Klafter resp. $15^1/_3$ und $20^2/_3$ Ctnr.

Villotte.

Zu Villotte [1]) bei Chatillon an der Seine geschieht das Darren von Eichen-, Buchen- und etwas Lindenholz mit 30 % Feuchtigkeit und 0,66 Meter Scheitlänge in aus Ziegelsteinen aufgeführten Dörrkammern *A* (Taf. II. Fig. 58—60), welche durch Scheidewände *a*, aus auf die hohe Kante gestellten Ziegelsteinen gebildet, in 14 Abtheilungen getheilt werden. Die Kammergewölbe werden durch Anker *b* mit den Schliesskeilen *c* zusammen gehalten. Die Flacheisenstäbe *d* bilden die Bekleidungen der von starkem Eisenblech hergestellten Thüren bei *B*. Jede Kammer enthält zwei als Bahnschienen dienende, auf die hohe Kante gestellte Eisenstäbe *e*, welche an der Hinterseite ins Mauerwerk eingelassen und an den andern Enden mittelst Keilen in einer hölzernen Schwelle *f* festgehalten werden. Jede Abtheilung nimmt einen Wagen *C* mit gusseisernen Rädern auf, dessen Gewicht 47 Kilogr. beträgt. Die Scheidewände *a* verhindern, dass die Entzündung eines Wagens sich dem folgenden mittheilt. Nachdem die zum Puddeln aus gedörrtem Holze erzeugten brennbaren Gase den Puddelherd, den Vorwärmeherd fürs Roheisen und den Raum zum Erhitzen von Gebläseluft passirt haben, treten dieselben aus letzterem in die Röhre *g* ein, circuliren durch dieselbe und entweichen in die Esse *h* von 12 Meter Höhe. Die Temperatur steigt in den Kammern von der Zeit des Chargirens beim Puddelofen bis zu der des Herausnehmens auf 120—130° C.

Hat das Holz im Sommer noch 28—30 und im Winter noch 48 Stunden im Trockenofen gestanden, so wird es heraus genommen. Dasselbe hat eine gelbliche Farbe, ist geschwunden, leicht zerbrechlich und enthält etwa noch

1) Cailletet im Bulletin de la Société de l'ind. minér. I. 473. — Dingl., Bd. 143. p. 414.

4% Wasser, während es 27% an Gewicht verloren hat. Das gedörrte Holz, Holzstoff genannt, ist sehr pyrophorisch. Geräth ein Wagen in Brand, so wird er aus der Kammer heraus gezogen und das Feuer mit Wasser gelöscht.

Nach diesem Principe eingerichtete Torfdarröfen, wie sie zu Königsbrunn und Wunsiedel[1]) in Anwendung standen, ergaben nur ein höchst mangelhaftes Resultat, weil hierbei die Erwärmung der ganzen Masse viel zu ungleichmässig war und die nothwendige Erneuerung der Luft und Abführung der Dämpfe zu langsam erfolgte. Leitet man den Abzug der Dämpfe nach oben, so bleiben dieselben im Gebäude zurück, während die Wärme rasch entweicht.

B. Darrkammern, welche durch eingeleitete heisse Verbrennungs - Producte geheizt werden (Rauchtrocknung).

Allgemeines.

Die Darrkammern haben entweder eine eigene Feuerung (Buchscheiden, Maria-Zell, Lippitzbach, Frantschach, Rothehütte, Irland), oder die Verbrennungsproducte von anderen Feuerungen werden benutzt (Schwedisches Verfahren). Die heissen Gase werden entweder in horizontaler Richtung (Irland), oder von unten nach oben (Buchscheiden, Lippitzbach, Frantschach, Rothehütte, Lesjöfors nach dem älteren Verfahren) oder von oben nach unten geleitet (neueres Verfahren zu Lesjöfors in Schweden, zu Maria-Zell, zur Maximilianshütte bei Regensburg etc.).

Bei dieser directen Verwendung der Verbrennungsgase sind zwei Umstände hinderlich. Einmal verdichtet sich der Wasserdampf der Verbrennungsgase, welche meist aus schlechtem, nicht ganz trocknem Brennmaterial erzeugt werden, im Darrofen an denjenigen Stellen, welche eine mindere Wärme haben. Zweitens veranlassen die Gase bei ihrer hohen Temperatur (wenn sie nicht durch eine Funkenkammer gehen) neben Feuersgefahr eine heftige Wasserverdampfung auf der Oberfläche von Torfstücken, noch ehe das Innere von der Wärme durchdrungen ist, und in Folge

1) Vogel, der Torf. München 1859, p. 56.

dessen werden die Stücke zerklüftet und zerrissen. Nasse Braunkohlen und Lignite lassen sich deshalb nach diesem System nicht mit Vortheil trocknen.

Wegen der hohen Temperatur der Verbrennungsgase arbeiten Trocknungen mit directer Feuerluft zwar rasch und geben einen sehr trocknen Torf, erfordern aber bei eigenen Feuerungen viel Brennmaterial, da viel Wärme unnütz entweicht. Die mechanischen Vorrichtungen, Ventilatoren etc. sind nicht nur in der Anlage kostspielig, sondern erfordern abermals Brennmaterial. Sie sind daher nur da mit Vortheil anwendbar, wo das Feuerungsmaterial wegen vorhandener ausreichender Wärmequellen ausser Ansatz bleibt und ein sehr trockner Torf erzeugt werden soll.

Rationeller ist das später zu erwähnende Verfahren von WEBER.

1) Darröfen mit eigener Feuerung.

Irländisches Verfahren.

a) Irländischer Torf [1]), welcher bei der günstigsten Witterung gestochen ist, sich trocken anfühlen lässt und für trocken gilt, enthält noch $^1/_4$—$^1/_3$ seines Gewichts Wasser. Man darrt denselben in einem etwa 100 Fuss langen, 8 Fuss hohen und eben so breiten horizontalen Canal durch heisse Verbrennungsproducte, welche auf einer Feuerung mit Torfabfällen vorn an einer der langen Seiten erzeugt werden. Der nasse Torf wird in Zwischenräumen von 12 zu 12 Stunden auf leichten Rollwagen mit rostartig durchbrochener Bodenplatte auf Schienen so in den Canal geschoben, dass man am hintern Ende den nassen Torf hineinbringt und den heissen und trockneren allmälig vorschiebt, bis er vorn vollkommen getrocknet herauskommt. Sobald ein Karren mit trocknem Torf durch die geöffnete Thür geschoben ist, so wird gleichzeitig ein neuer mit nassem Torf hinten nachgeschoben. Rauch und feuchte Luft entweichen durch zwei am Ende des Canals angebrachte Schornsteine, deren Oeffnungen aber unten am Boden des Canals münden, damit zuerst die kälteste, dichteste und feuchteste Luft weggesogen

1) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins 1846, p. 71.

wird. Damit der vorderste, trockne Torf nicht durch überfliegende Funken entzündet werde, müssen die heissen Verbrennungsproducte zuvor durch in eiserne Rahmen gespannte Eisendrahtgewebe ziehen, ehe sie in den Trockenapparat gelangen.

Eine Darre von der oben angegebenen Grösse kostet mit 20 Torfkarren etwa 215 Pfund Sterling und trocknet 10,000 Cubikfuss Torf in 6—7 Tagen. Zur Feuerung verbraucht man etwa 700 Cubikfuss Torfklein mit Heidedecke oder trockner Fasermasse von der Mooroberfläche.

b) Zu Buchscheiden [1]) bei Klagenfurt wird der auf Hiefeln (p. 190) getrocknete Torf, sowie auch Holz in je 8 Kammern gedarrt (Taf. II. Fig. 61—64). *A* Raum zur Aufnahme des Torfes. *B* Eintrageöffnungen. *g* hölzerner Rost. *C* Raum unter dem Roste. *D* Feuercanal, an dessen Kopfe der Rost *E* und an dessen hinterem Ende die Oeffnungen *O*. *F* Raum, in welchen der Feuercanal mündet. *p* Oeffnungen in der Hinterwand der Kammer *A*. *r* Oeffnungen, durch welche die feuchten Gase abziehen. *H* Austrageöffnungen, mit hölzernen Thüren verschliessbar. *T* Oeffnungen zum Raume *F* und *C*.

Buchschei

Das Darren geschieht auf die Weise, dass man in dem Raume *A* aus Holzscheiten oder Holzlatten etwa 6 Fuss hohe Schränke oder Pyramiden baut und in und um diese Torf stürzt. Die hierdurch entstehenden Zwischenräume gestatten den ungehinderten Durchzug der heissen Gase, befördern das Darren und decken so den durch das Aufbauen der Schränke erwachsenen Zeit- und Kostenaufwand. Nach dem Einfüllen des Torfs wird das durch den Rost fallende Klein sorgfältig entfernt, die Wände des Raumes *F* von Russ befreit, die Austrageöffnungen *H* und die Reinigungsöffnungen *T* dicht verschlossen, ein Feuer auf dem Rost *E* angezündet und sobald Zug erregt ist, auch die Einfüllöffnungen *B* mit gusseisernen Platten belegt.

---

1) Zerrenner, Gasfeuerung. p. 175. B. u. h. Ztg. 1857, p. 120, 180. Tunner's Leoben. Jahrb. 1857. S. 141.

Die auf dem Rost E entwickelten heissen Gase treten mit Luft vermengt durch den Canal D theils in den Raum C, theils in F und von dort durch die Spalten des Rostes und die Oeffnungen p in die Kammer A, durchdringen den Torf, senken sich mit Feuchtigkeit beladen und ziehen durch die Oeffnungen r ab. Die Temperatur in den Kammern beträgt 60—70° R. Man unterhält das Feuer mit Torf, Holzabfällen und schlechten Braunkohlen und verbraucht bei Anwendung ganzer Ziegeln 8% des eingetragenen Torfquantums. Das Darren dauert 3—5, das Kühlen 1½—3 Tage, wobei die Züge vollständig verschlossen werden, bis das Feuer gedämpft ist. Die Darrkosten pro Schaff = 15⅙ Wien. Cubikfuss betragen 4 Kr. Der gedarrte Torf kommt direct zu den Puddel- und Schweissöfen, das Holz dagegen wird bei dem folgenden Darren wieder benutzt. Wenn die Räume F und C nicht gehörig von Torfklein gereinigt werden, so kann der Torf leicht in Brand gerathen. Diese Oefen geben hinsichtlich der Zeit und des Grades der Trocknung sehr gute Resultate, erfordern aber viel Brennmaterial und gestatten keine grosse Production.

Rothehütte.

Zu Rothehütte auf dem Oberharze ist neuerdings ein ähnlicher Torfdarrofen mit Treppenrost erbaut.

Frantschach.

c) Zu Frantschach[1]) treten die auf dem Roste erzeugten heissen Gase erst in einen langen gemauerten Canal auf der Sohle der 10 Zainklafter dreischuhiges Holz fassenden Kammer und erst am offenen Ende des Canals in dieselbe. Die abgekühlten Gase nebst den erzeugten Dünsten ziehen durch Oeffnungen in der Seitenwand aus. Man feuert 5 Tage und verbraucht nahe 1 Klafter oder 10% ungedörrtes Holz, allerdings von der schlechtesten Sorte. Der Ofen ist weniger zweckmässig construirt, als der vorige.

Lippitzbach.

d) Zu Lippitzbach[2]) in Kärnten haben die Kammern 8,55 Meter Länge, 5,52 Meter Breite und am Scheitel des Gewölbes 4,37 Meter Höhe. Der über dem Rost befindliche Raum fasst 130 Cubikmeter Holz. Unter dem Roste befinden

1) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. I, 22. (Mit Zeichnung.)
2) Le Play, Grundsätze etc. p. 38. (Mit Zeichnungen.) — B. u. h. Ztg. 1857, p. 119.

sich zwei gemauerte Canäle von 0,47 Meter Breite, 0,68 Meter Höhe und der Länge der Kammer. Auf ihrer mit Barnsteinen belegten Sohle brennen auf 2 Meter Länge Holzspäne und andere Ueberreste vom Holzschlagen. Durch eine Menge Löcher im Gewölbe des Canals treten die heissen Gase unter den Rost, durchstreichen mit einer Temperatur von etwa 180° C. die Holzmasse und ziehen mit einer Temperatur von 30—90° C. durch 6 Oeffnungen mit 14 Quadratdecimeter Querschnitt im Ganzen in der Höhe des Herdes aus dem Apparat.

Die Feuerung dauert im Sommer mindestens 2½, im Winter bis 6 Tage, und zwar so lange, bis sich keine Wasserdämpfe in den ausströmenden Gasen mehr zeigen. Man verbraucht auf jede Tonne vorbereiteten Holzstoff durchschnittlich 0,33 Tonnen Holz.

Maria-Zell.

e) Zu Maria-Zell[1]) treten die Verbrennungsproducte von einer Pultfeuerung in über einander liegende Röhren und aus deren offenen Ansätzen in die Kammer, durchziehen das Holz und treten am Boden der Kammer in einen mit der Esse verbundenen horizontalen, unterirdischen Canal. Auf 16—17 Klafter Holz braucht man 2 Klafter Brennholz, feuert 60 Stunden und lässt dann 10—16 Stunden erkalten.

Allgemeines.

2) Darröfen, welche durch verbrannte Gase von einer andern Feuerung geheizt werden. Die heissen Gase durchstreichen das zu dörrende Brennmaterial entweder von unten nach oben oder von oben nach unten, nachdem sie durch eine Funkenkammer oder durch vorherige anderweite Benutzung gehörig abgekühlt sind.

Aeltere Methode zu Lesjöfors.

a) Aelteres Verfahren zu Lesjöfors in Schweden.[2]) Die aus drei Lancashireherden *a* in der Frischhütte *A* (Taf. II. Fig. 65) abgehenden verbrannten Gase dienen zunächst zum Vorglühen des Roheisens und zum Erhitzen des Gebläsewindes, treten dann in den gemeinschaftlichen Canal *b*, gelangen von hier durch zwei neben einander ge-

---

1) Oester. Zeitschr. 1859. p. 259.

2) Tunner's Stabeisen- und Stahlbereitung. I, 23. — Desselben Eisenhüttenwesen in Schweden, p. 58.

legene Canäle zu zwei im Maschinenhause aufgestellten Dampfkesseln, vereinigen sich wieder in einem gemeinschaftlichen Quercanal *c* und strömen dann bei *d* in die Dörrkammer *C*. Diese besteht aus einem 66 Fuss langen, anfangs auf 12 Fuss horizontalen, dann mit 16 Fuss ansteigenden Canal von $6\frac{1}{2}$ Fuss Breite und $8\frac{1}{2}$ Fuss Höhe mit einer Eisenbahn am Boden. Auf dieser haben 7 Wagen *e* Platz, eiserne Gestelle mit 4 Rädern, welche mit 2 neben einander aufgezainten Klaftern 30zölligem feingespaltenen Scheitholz ein jeder beladen werden. Die Wagen sind an einer Kette ohne Ende befestigt, welche durch eine Winde *f* beliebig bewegt werden kann. In dem Masse, dass unten Wagen mit gedörrtem Holze ausgefahren werden, kommen oben frischbeladene nach. Die Gase ziehen durch eine etwa 1 Fuss hohe Oeffnung am Boden der obern Thür *g* ab und haben daselbst noch eine Temperatur von 60 bis 100° C. Ein Wagen bleibt etwa 30 Stunden in der Dörrkammer.

Neueres Verfahren zu Lesjöfors.

b) Neueres Verfahren zu Lesjöfors.[1]) Die aus Hohofenschlackenziegeln aufgebaute, mit gutverankertem Gewölbe versehene Dörrkammer *A* (Taf. III. Fig. 66—68) hat einen dachsparrenartig geformten Gitterboden *a b* mit 4 hölzernen, der ganzen Breite von 14 Fuss entlang nebeneinander angebrachten Klappen *c*. Dieselben werden gewöhnlich mit eisernen Haken geschlossen gehalten und beim Ausziehen des getrockneten Torfes in untergestellte Karren nach Erforderniss geöffnet. Man füllt den Ofen durch die Eintrageöffnung *d* und bis etwa zu deren Höhe mit 2200 bis 2500 Cubikfuss Torf. Behuf des Trocknens lässt man aus einer Frischherdesse *e* die Verbrennungsproducte von einem Lancashireherde durch die Oeffnung *f* in die Funkenkammer *B* treten, in deren Decke sich eine Oeffnung *g* zur Regulirung für den Zutritt der äussern Luft befindet. Aus der Funkenkammer treten die Gase durch eine etwa 1 Fuss hohe Oeffnung bei *h* in dem Canal *C* in die Höhe und aus diesem durch die mit einem Schieber versehene Oeffnung *i*

---

1) Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden, p. 24 und 61.

unter das Gewölbe des Darrofens. Der Canal C ist oben bei k mit einer Eisenplatte und Sand bedeckt und mit einem Thermometer versehen, an welchem man eine Temperatur von 100—140° C. meist beobachtet. Am Ende des mit einem Eisengitter überstellten und nach Bedarf mit Brettern bedeckten Abzugscanals D, welcher ausserhalb des Ofens überwölbt und auf etwa 10 Klafter fortgeführt ist, befindet sich ein von einer dasigen Betriebswelle bewegter Exhaustor, welcher bei 60 Zoll Durchmesser, 16 Zoll Breite und 300 Umdrehungen in einer Minute die heissen Gase durch den Torf hindurch saugt und dieselben, mit Feuchtigkeit geschwängert, aufnimmt. Das Dörren dauert 4, höchstens 5 Tage, worauf man nach einer halbtägigen Abkühlzeit den Torf mittelst Karren durch die Oeffnungen l ausfährt.

Nach gleichem Princip eingerichtet, aber von anderer Construction sind die bei den Schweissöfen zu Lesjöfors befindlichen Trockenöfen (Taf. III. Fig. 69—70). 8 Kammern a, mit einem Lattenrost b versehen, nehmen den zu dörrenden Torf auf, welcher durch die Oeffnungen c sowohl ein- als ausgetragen wird. Die den Schweissöfen entzogenen Verbrennungsproducte gelangen, nachdem sie nöthigenfalls eine Funkenkammer passirt haben, durch den Canal d in den vertikalen Canal e und treten von da in den horizontalen Canal f. Aus diesem führen in jede Kammer zwei Fuchsöffnungen g, durch welche die Gase mittelst eines am Ende des Canals h aufgestellten Exhaustors, welcher 400 Umdrehungen pro Minute macht, durch's Brennmaterial gesogen werden. Der Abzugscanal h enthält zwei Klappen i, welche mittelst nach aussen reichender Zugstangen regulirt werden können.

Diese schwedische Methode des Darrens ist sehr rationell; der Torf kommt mit einer grossen Menge warmer, trockner Gase in Berührung und die Feuchtigkeit wird nach unten abgeführt.

Maximilianshütte.

c) Zur Maximilianshütte[1]) bei Regensburg werden Braunkohlen durch Verbrennungsproducte von einer eige-

1) Leobener etc. B. u. h. Jahrb. pro 1858. Bd. VIII, p. 121.

nen Feuerung getrocknet, indem man dieselben mittelst eines Ventilators ansaugt und mit Luft gemischt von oben nach unten durch die Braunkohlen treibt.

C) Darröfen, welche durch erhitzte Luft geheizt werden (Lufttrocknung).

Allgemeines. Derartige Oefen sind nur dann mit Vortheil anzuwenden, wenn die Erhitzung der Luft mittelst verlorner Ueberhitze von anderen Feuerungen geschehen kann und die nöthige Betriebskraft für einen Ventilator vorhanden ist, oder das in Anwendung stehende Gebläse noch Luft für den Darrofen liefern kann.

Freudenberg. a) Zu Freudenberg[1]) in Kärnten wird auf diese Weise Torf gedörrt (Taf. III, Fig. 71—74). *A* Raum zur Aufnahme von 3500—4000 Cbkfss. Torf. *B* Einfüllöffnungen mit darüber befindlicher Eisenbahn. *C* Austragthür von Holz. *G* hölzerner Rost mit einzölligen Zwischenräumen. *F* Raum unter dem Roste. *D* überwölbte Canäle, in deren Seitenwänden zehn 6 Zoll weite und 12 Zoll hohe Oeffnungen *o* vorhanden sind. *L* Röhren, durch welche die bis 130—150° C. erwärmte Gebläseluft (350—400 Cbkfss. pro Minute) eingeleitet wird. *I* Abzugöffnung für die feuchten und abgekühlten Gase. *K* Oeffnungen zum Raum *F*, durch Holzthüren verschliessbar. Die aus Ziegelsteinen erbauten Oefen sind nur im Gewölbe verankert.

Das Verfahren beim Trocknen besteht darin, dass man den Ofen mit Torf füllt, die Oeffnungen *B* luftdicht mit gusseisernen Platten schliesst, die beim Herabstürzen des Torfes durch den Rost hindurchgefallene Kläre sorgfältig entfernt und die Thüren *C* und *K* dicht schliesst. Der von einem Cylindergebläse gelieferte und durch die Ueberhitze der Puddelöfen erhitzte Wind strömt durch zwei 4 Zoll weite Röhren *L* mit schwacher Pressung in die Canäle *D*. Aus diesen tritt die heisse Luft durch die Oeffnungen *O* in den Raum *F*, dringt durch den Rost in die Kammer *A*, durchzieht den Torf und senkt sich, mit Feuchtigkeit bela-

1) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. I, 26. — B. u. h. Ztg. 1857. p. 107. — Zerrenner's Gasfeuerung. p. 190.

den, an der anderen Seite der Kammer, wo sie dann durch die Oeffnungen J entweicht. Nach 3—5tägigem Trocknen sperrt man den Gebläsewind durch eine Hahnvorrichtung ab und lässt den Ofen 2—3 Tage allmälig erkalten.

Bei zu heissem Winde oder versäumter Reinigung unter dem Roste kann der Brennstoff leicht in Brand gerathen. Sollte dies bei Torf geschehen sein, so hilft ein Abschliessen der Luft zur Erstickung des Feuers nichts, indem der Torf wochenlang fortglimmt und nur durch eingespritztes Wasser gelöscht werden kann. Entzündet sich eine mit Holz gefüllte Darrkammer, so ist ein möglichst luftdichtes Abschliessen aller Oeffnungen nach wenig Tagen wirksam.

Steht heisse Gebläseluft nicht zur Verfügung, so bricht man wohl eine Oeffnung in die vordere Wand der Canäle, nimmt das Ausströmungsstück des Windrohrs weg und unterhält ganz vorn ein gelindes Feuer.

Die Luftheizung soll für Torf vortheilhafter sein, als für Holz. Es nimmt aber das Füllen und Entleeren der Kammer viel Zeit in Anspruch.

Zorge.

b) Zu Zorge am Harze besteht der Holztrockenofen aus 3 Abtheilungen, jede 40 Fuss lang, 5 Fuss 5 Zoll hoch und 7 Fuss 4 Zoll breit. Jede Kammer ist durch einen mit Gegengewicht versehenen beweglichen Schieber, der in einer Nuth geht, in zwei Hälften getheilt. Nachdem in jede Abtheilung 3 Wagen mit Holz, also zusammen 18 Wagen mit 27 Malter Holz gebracht sind, werden die eisernen Doppelthüren zum Einfahren geschlossen und mit Lehm verstrichen.

Der heisse Wind strömt durch ein ovales Windrohr von 16 Zoll grossem und 9 Zoll kleinem Durchmesser durch Löcher von $^1/_8$—$^1/_4$ Zoll Durchmesser in die erste Abtheilung ein, trocknet das auf 3 Wagen eingefahrene Holz, geht durch zwei am Boden des Schiebers befindliche Oeffnungen von 8 Quadratzoll Grösse in die zweite Abtheilung und wirkt hier noch trocknend auf 3 Wagen Holz. Die Windröhre befindet sich unter der Sohle der Trockenkammer in einem oben offenen Canal, auf dessen beiden Rändern Schienen für die Wagen liegen. Man bedarf pro Minute 1200 Cubikfuss Wind, welcher mit 120—130° R. Temperatur unter die ersten

3 Wagen strömt. Diese verringert sich am Gewölbe der ersten Kammer schon bis auf 50° R. und beträgt beim Auszug in die zweite Abtheilung nur noch 30°. In den Hauben der drei letzten Abtheilungen der Trockenkammern ziehen die feuchten Gase durch 4 Oeffnungen, jede von 6 Zoll Durchmesser, aus. Das lufttrockne Holz in Theilen von 3 Fuss Länge und 14 Quadratzoll Stärke soll nach 7 Tagen 16% und nach ferneren 10 Tagen noch 8% Wasser verloren haben.

Kessen.

c) Zu Kessen[1]) in Tyrol und zu Brezowa[2]) in Ungarn werden Torf und Holz auch mittelst erhitzter Gebläseluft getrocknet.

D. Darröfen mit combinirter Strahlungs- und Lufttrocknung.

Weber's Methode.

a) Weber's. Verfahren. Die von Weber nach diesem System auf Haspelmoor[3]) in Baiern vorhanden gewesene Trockenvorrichtung hatte einen Trockenraum von 13 Fuss Höhe und 70,000 Cubikfuss Inhalt. Am Boden und zum Theil unter demselben liefen 4 Canalfeuerungen durch die ganze Länge des Gebäudes, theils aus Stein, theils aus Eisen, welche wieder mit je einem zweiten Canal — der die erwärmte Luft, die er von Aussen durch zwei Oeffnungen neben jeder Feuerung empfing, enthielt und durch je 6 verschliessbare Oeffnungen in das Innere des Trockenraums ausströmen liess — umgeben waren. Diese 4 Doppelcanäle enthielten sonach 24 Ausströmungsöffnungen, welche, sowie die Canäle und Feuerungen, so angeordnet waren, dass der ganze innere Raum gleichmässig erwärmt und mit trockner Luft erfüllt wurde. Durch das Gebäude liefen 3 Schienenstränge, auf welchen 30 Torfwagen von solcher Construction Platz fanden, dass auf ihnen der halbtrockene Torf vermittelst zwischengelegter Latten schichtenweise, ohne durch sein eigenes Gewicht allzusehr gedrückt zu werden, 10 Fuss hoch aufgelegt werden konnte.

1) Zerrenner, Gasfeuerung, p. 198.
2) Ibid., p. 230.
3) Vogel, der Torf. München 1859. p. 64.

Zwischen den Schienensträngen über den Feuerungen waren hölzerne Stellagen angebracht, auf welchen der Torf in ähnlicher Weise, wie auf den Wagen, bis an die Decke aufgeschichtet werden konnte. Die Abzugsöffnungen für die feuchte Luft waren unten an den 4 Wänden seitwärts angebracht und führten mittelst kleiner Kamine von Zink dieselbe mehrere Fuss über das Dach des Gebäudes. 200,000 Stück Torf konnten eingesetzt werden.

Dieses Trockensystem — welches wieder aufgegeben werden musste, weil man mit dem neuen EXTER'schen Systeme der Pressung getrockneten Torfstaubes noch günstigere Resultate zu erzielen hoffte — ist ein sehr rationelles, führt nicht die Uebelstände mit sich, wie die Trocknungsarten mit Feuerluft (197), und liefert vollkommen trocknes Material ohne alle Zerbröckelung und Zerklüftung.

VOGEL gibt die Kosten für das Trocknen von 1000 Stück Torf nach diesem Verfahren zu 54 Kr. an, bei der Lufttrocknung von Maschinentorf zu 1 Fl. 10 Kr., bei Anwendung von Stellagen zu 1 Fl. 3 Kr., bei Anwendung von Feuergasen und Ventilatoren zu 1 Fl. 43 Kr.

EULER's Trockengalerie.

b) EULER's Trockengalerie[1]) zu Trippstadt in Baiern. Dieselbe besteht aus einem 53,18 Met. langen, 3 M. breiten und 2,5 M. hohen Canal von 397½ Cub.-M. Inhalt mit 2 Schienenbahnen auf dem Boden, unter welchem 2 Rauchcanäle von 0,396 □Meter Querschnitt bis fast ans Ende hinlaufen, sich dann vereinigen und in eine 12,16 M. hohe eiserne Esse münden. Durch in dieselbe einströmenden Dampf kann Zug erzeugt werden. Durch die Rauchcanäle ziehen die von einem Doppelpuddelofen und einem Schweissofen abgehenden Verbrennungsproducte, nachdem dieselben einen Dampfkessel zur Dampferzeugung für einen Ventilator erhitzt haben.

Unter den Rauchcanälen befinden sich Canäle, in welche von Aussen Luft tritt, sich darin erwärmt und dann durch Oeffnungen in einer gemauerten Scheidewand, welche den

1) Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. Bd. III. Heft 5 u. 6. — Berggeist No. 77. de 1859.

Trockenraum der Länge nach durchzieht und zur Auflage der mittleren Schienen dient, ins Innere der Galerie tritt. Auch kann man noch durch ein abgezweigtes Rohr aus der Hauptwindleitung pro Min. 1000 Cubikfuss auf 100° erwärmte Luft in die Kammer führen. Auf die Schienen schiebt man Wagen, jeden mit 1 Klafter = 144 Cubikfuss bair. Holz oder Torf beladen, von denen sich gleichzeitig 50 mit 7200 Cubikfuss Brennmaterial in der Galerie befinden. Die Enden derselben sind mit hölzernen, dagegen 2,4 M. von oben und 4,4 M. von unten mit eisernen Rollthoren versehen, welche sich seitlich verschieben lassen. Die Steigung der Eisenbahn beträgt an beiden Enden $2^1/_2$, in der Mitte auf 32 M. Länge aber $3^1/_2$% oder 1,66 M. aufs Ganze. Eine einfache Hemmvorrichtung unten hält den beladenen Train der Galerie zurück.

Aus dem Dampfkessel kann bei entstandenen Bränden Dampf in die Kammer eingeblasen werden. Die Anlage kostet mit 60 Wagen nicht ganz 5000 Thlr.

Zweck.

§. 43. **Docimastische Untersuchung der Brennmaterialien.** Die docimastische Untersuchung[1]) der Brennmaterialien bezweckt hauptsächlich die Ermittelung des hygroskopischen Wassers, des Verhaltens beim Verbrennen, des beim Verkohlen ausbringbaren Kohlengehaltes, des Aschengehaltes und des Wärmeeffectes. Ferner gestattet oft schon das äussere Ansehen des Brennmaterials (Einlagerung erdiger Stoffe, Zerklüftung, Bruchansehen der Grad der Lockerheit oder Dichte, die Grösse, Form und Zerreiblichkeit der einzelnen Stücke u. dgl. m.) Schlüsse auf die Verwendbarkeit des fraglichen Brennstoffes zu dem einen oder andern Zwecke. Grösse, Form und Zerreiblichkeit der Stücke sind besonders beim Transport der Brennstoffe von Wichtigkeit. PLAYFAIR und DE LA BECHE[2]) such-

1) BODEMANN-KERL, Probirkunst. Clausthal 1857. p. 508. — BAER, Untersuchung verschiedener Brennmaterialien, LIEBIG's Jahresb., $184^7/_8$. p. 1112; 1850 p. 688; 1851 p. 733. — TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. Freib. 1858. Bd. I, p. 38. STEIN, chem. und chem.-techn. Untersuch. der Steinkohlen Sachs. Leipz. 1857.
2) DINGL., CX, 212, 263. — CXIV, 346.

ten die Zerreiblichkeit oder den Grad der Cohäsion für Steinkohlen, SCHRÖTTER [1]) für Braunkohlen dadurch vergleichungsweise zu bestimmen, dass sie die Proben gleich lang in einer Trommel rotiren liessen, den gebildeten Staub absonderten und wogen. Die Cohäsion lässt sich in Procenten Kohle ausdrücken, welche nach der Behandlung im Rollfasse auf einem Sieb von 1 Quadratzoll Maschenweite zurückbleiben. Die Cohäsion der Brennstoffe ist besonders von Einfluss auf die Tragfähigkeit derselben in Schachtöfen und auf den Abgang beim Transport (Krümpfe, Einrieb).

Nur durch analytisch-chemische Untersuchungen lassen sich schädliche Bestandtheile z. B. Schwefel, Schwefelsäure und Phosphorsäure, so wie die Bestandtheile der Asche ermitteln.

Man kann sich zur docimastischen Untersuchung der Brennstoffe mit Vortheil oft des Löthrohrs [2]) bedienen.

Bestimmung des Wassergehaltes.

1) Bestimmung des hygroskopischen Wassers. Man erhitzt 1 Probircentner zerkleintes Brennmaterial in einem Uhrglase, einem Porzellantiegel, einem Röstscherben etc. anhaltend bei 100° C., bis zwei nach einander vorgenommene Wägungen stimmen. Weisses Papier darf bei der angewandten Temperatur nicht verkohlt werden.

Zur Ermittlung der hygroskopischen Eigenschaften der Brennmaterialien bestimmt man wohl die Wassermengen, welche dieselben im vorher getrockneten Zustande nach 24 Stunden wieder angezogen haben.

Verhalten beim Verbrennen.

2) Beobachtung des Verhaltens beim Verbrennen. Man hat beim Erhitzen des Brennmaterials unter Luftzutritt auf einem Röstscherben in der Muffel oder direct in dieser darauf zu achten, ob sich dasselbe schwer oder leicht entzündet, aufbläht, sintert oder zerfällt, mit langer oder kurzer, intensiver, russender, wenig oder stark leuchtender, ruhiger oder prasselnder Flamme verbrennt oder nur glüht, ob sich dabei Geruch entwickelt, die entstandenen Kohlen lange fortbrennen oder leicht verlöschen, die zurückbleibende Asche schwer oder leicht schmelzbar ist u. dgl. m.

1) LIEBIG's Jahresber. 1849. p. 709.
2) CHAPMANN, in B. u. h. Ztg. 1859. p. 169.

Verkohlen.

3) **Bestimmung der ausbringbaren Menge Kohle und ihrer Eigenschaften.**[1] Man erhitzt 1—3 Probircentner des in kleine Stücke verwandelten Brennmaterials in einer Probirtute (Taf. II. Fig. 28, 29), — deren Deckel so aufgesetzt ist, dass die entstehenden flüchtigen Producte einen Ausgang finden, — bei allmälig gesteigerter Temperatur im Muffelofen oder im Windofen zwischen einigen glühenden Kohlen so lange, bis sich bei anhaltender Rothgluth keine flüchtigen Gase mehr entwickeln, was man an dem Aufhören der Flamme am Deckel der Probirtute gewahrt. Bei vollständigem Luftabschluss lässt man dieselbe erkalten und wiegt dann die Kohle. Die Differenz ergibt die Menge der flüchtigen, theils brennbaren, theils unbrennbaren Producte. Die Menge der aus gleichen Quantitäten desselben Brennstoffs erhaltenen Kohle variirt nach der beim Verkohlen angewandten Temperatur und der Schnelligkeit desselben. Bei rascher Steigerung der Temperatur erfolgt weniger Kohle, als bei langsam geleiteter Verkohlung. Enthielt das Brennmaterial Schwefelkies, so wird ein Theil des Schwefels verflüchtigt, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ des Schwefels bleibt aber immer, gewöhnlich als Einfachschwefeleisen, zurück.[2] Auch findet sich in der Kohle der Aschengehalt des Brennmaterials concentrirt.

Der Aggregatzustand der zurückbleibenden Kohle kann einen wesentlichen Einfluss auf die Verwendbarkeit des Brennstoffes haben, namentlich bei Steinkohlen. Es erscheint bei ihrer Verkohlung die rückständige Kohle (Cokes) entweder als trocknes Pulver (Sandcokes) oder als ein fester zusammengesinterter Kuchen (Sintercokes) oder als eine aufgeblähte, schwammige, poröse Masse (Backcokes).

Soll neben der Kohlenmenge zugleich die **Menge der nutzbaren flüchtigen Destillationsproducte** bestimmt werden, so muss die Verkohlung in einer Retorte von strengflüssigem Glase mit Vorlage und einem graduirten Cylinder zur Auffangung der Gase unter Quecksilber versehen sein.

---

1) Hartig, techn. Kohlenprobe, im Berggeist 1860. S. 521.
2) Erdm., Journ. f. ök. u. techn. Chem. V, 240; XII, 288; XVII, 417.

Nach Beendigung des Prozesses ergibt das Mehrgewicht der vorher gewogenen Vorlage die Menge des Theers und des sauren oder ammoniakalischen Wassers, und nach den von BUNSEN [1]) angegebenen Methoden lassen sich die Bestandtheile des Gasgemenges isoliren und bestimmen.

Einäschern. 4) Ermittelung des Aschengehaltes. Die beim vorigen Versuche erhaltene Kohle wird fein gerieben und auf einem Röstscherben (Taf. I. Fig. 21, 22) so lange unter der Muffel geglüht, bis alle kohligen Theile verbrannt sind und keine Gewichtsveränderung mehr eintritt. Durch öfteres vorsichtiges Umrühren mit einem Eisendraht lässt sich das Verbrennen beschleunigen, z. B. bei Anthracit oder Cokespulver. Man muss darauf achten, dass durch Zugluft keine Aschentheile hinweggeführt werden. Durch starkes Erhitzen der Asche lässt sich ihre grössere oder geringere Schmelzbarkeit prüfen, welche bei metallurgischen Prozessen in Rücksicht kommen kann.

Die Zusammensetzung der Asche kann nur auf analytischem Wege ermittelt werden. [2]) Den Metallurgen interessirt besonders ihr Gehalt an Schwefelsäure und Phosphorsäure.

Wärmeeffect. 5) Bestimmung des Wärmeeffectes. Es soll hiervon im nachfolgenden Paragraph ausführlich die Rede sein. Bei docimastischen Untersuchungen kommt man gewöhnlich mit dem BERTHIER'schen Verfahren zur Bestimmung des absoluten Wärmeeffectes aus.

Verschiedene Arten. §. 44. Wärmeeffect. Die beim Verbrennen einer gewissen Quantität Brennmaterial erzeugte Wärme lässt sich ihrer Menge nach (Brennkraft, absoluter und specifischer Wärmeeffect) und ihrem Grade nach (Heizkraft, pyrometrischer Wärmeeffect) messen, und beides gibt den Wärmeeffect derselben.

Bezieht man die Brennkraft auf den Preis des Brennstoffes, so erhält man daraus dessen Brennwerth.

---

1) BUNSEN, gasometrische Methoden. Braunschweig 1857.
2) S. die anal.-chem. Werke von ROSE, WÖHLER u. FRESENIUS (p. 5).

A. Bestimmung der Wärmemenge oder der Brennkraft.

Definition.

Da man für die Wärme kein bestimmtes Mass hat, so lässt sich ein absoluter Werth für die aus verschiedenen Brennstoffen entwickelten Wärmemengen nicht angeben, und man muss sich deshalb darauf beschränken, die relativen Wärmemengen zu bestimmen, also zu ermitteln, um wieviel die aus einem Brennmateriale darstellbare Wärmemenge die aus einem andern zu erzeugende übertrifft. Bezieht man diese Angaben auf ein bestimmtes Gewichtsquantum Brennmaterial, so ist dadurch der absolute, wenn auf ein bestimmtes Volumen, der specifische Wärmeeffect gegeben.

Bestimmung des absol. W. E.

1) Absoluter Wärmeeffect. Zur Bestimmung desselben sind folgende Methoden gebräuchlich:

Erwärmen von Wasser.

a) Rumford's Methode [1]), auch von Peclet und Anderen angewandt.

Es wird diejenige Gewichtsmenge Wasser von 0° C. ermittelt, welche von 1 Gewichtstheil verschiedener Brennmaterialien beim vollständigen Verbrennen bis zu 100° C. erhitzt wird. Danach bringt

1	Gewichtsthl.	Wasserstoff	236	Thle. Wasser v. 0 auf 100° C.
1	„	Kohlenstoff	78	„ „ „ „ „ „
1	„	Holzkohle	75	„ „ „ „ „ „
1	„	gut. Steinkohle	60	„ „ „ „ „ „
1	„	trockn. Holz	36	„ „ „ „ „ „
1	„	Torf	25-30	„ „ „ „ „ „

Um zu finden, wie viel Gewichtstheile Wasser von einem bestimmten Quantum verschiedener Brennmaterialien um 1° C. erwärmt werden, braucht man obige Zahlen nur mit 100 zu multipliciren, wo dann erwärmt

1	Gewichtsth.	Wasserstoff	23600	Thle. Wasser um 1° C.
1	„	Kohlenstoff	7800	„ „ „ „
1	„	Holzkohle	7500	„ „ „ „

1) Rumford, über die Wärme. Berlin 1805. — Erdm., Journ. f. ök. Ch. II, 339.

1 Gewichtsth.	gute Steinkohle	6000	Thle. Wasser um 1° C.
1 „	trocknes Holz	3600	„ „ „ „
1 „	Torf	2500—3000	„ „ „ „

Diese Verhältnisszahlen, Wärmeeinheiten, Calorien genannt, stellen demnach die relativen Wärmemengen dar, welche erforderlich sind, um die Temperatur eines Gewichtstheils Wasser, gewöhnlich 1 Pfundes, um 1° C. zu erhöhen.

Die französische Calorie ist doppelt so gross, als die deutsche, indem erstere die Wärmemenge ausdrückt, welche 1 Kilogramm = 2 Zollpfund Wasser um 1° erhitzt.

Man vereinfacht obige Zahlen auch wohl dadurch, dass man den Kohlenstoff als Einheit annimmt und dieselben durch 7800 dividirt, wo sich dann ergibt für

Wasserstoffgas	= 3,03
Kohlenstoff	= 1,00
Holzkohle	= 0,96
Gute Steinkohle	= 0,77
Trocknes Holz	= 0,46
Torf	= 0,33—0,38.

Hiernach ist der absolute Wärmeeffect des Wasserstoffs etwa 3mal so gross, als der des Kohlenstoffs, so dass ein Brennmaterial um so mehr Wärme liefert, je mehr Wasserstoff dasselbe enthält.

Neuere Resultate.

Von verschiedenen Autoren wird die Grösse der Wärmeeinheiten verschieden angegeben. Nach den neuesten zuverlässigsten Untersuchungen ergeben sich für Kohlenstoff und Wasserstoff, welche in den Brennmaterialien als nur allein Wärme gebend auftreten, nachstehende wahrscheinliche Werthe, wenn ersterer zu Kohlensäure, letzterer zu Wasser verbrennt:

	nach Despretz.	nach Grassi.	nach Dulong.	nach Favre und Silbermann.
für Kohlenstoff	7815	7714	—	8086
„ Wasserstoff	23640	34666	34800	34188

Nimmt man die Zahlen von Favre und Silbermann zum Anhalten, so verhalten sich die Wärmeeinheiten von Kohlenstoff zu Wasserstoff wie 1 : 4,2, wonach die älteren

Angaben dieses Verhältnisses von 1 : 3 (pag. 213) zu berichtigen sind.

Neuere Untersuchungen lassen in Bezug auf den absoluten Wärmeeffect des Kohlenoxydgases in Ungewissheit. DALTON erhielt denselben = 1857, DULONG 2466, FÂVRE und SILBERMANN 2403, GRASSI 1876, wonach der absolute Wärmeeffect entweder 2403—2466 oder 1857—1876 ist.

Für C_2 H_4 stellen sich diese Zahlen nach DALTON, DULONG, FÂVRE-SILBERMANN und GRASSI zu 6375, 13223, 13158 und 10145; für C_4 H_4 zu resp. 6600, 12172, 11900 und 8557. Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas verbrennend, gibt nach FÂVRE und SILBERMANN 2480.

Die RUMFORD'sche Methode der Untersuchung durch das Calorimeter steht andern Methoden, welche practisch brauchbarere Resultate geben, nach.

MILLER [1]) hat sich zur Untersuchung von Steinkohlen eines verbesserten Calorimeters mit gutem Erfolg bedient.

Schmelzen von Eis.

b) Methode von DALTON, LAPLACE und LAVOISIER. Man ermittelt die Eismenge, welche beim Verbrennen eines bestimmten Gewichtes Brennmaterial zum Schmelzen gebracht wird.

Erwärmen der Zimmerluft.

c) Methode von MARCUS BULL, STÖCKHARDT [2]) u. A. Die Wärmeab- und Zunahme der Luft in einem grösseren Raume während und nach dem Verbrennen in einem Stubenofen wird mittelst eines Thermometers ermittelt. Die Summe der erhaltenen Grade drückt das Verhältniss der absoluten Wärmeeffecte aus.

Verdampfen von Wasser.

d) Methode von KARMARSCH [3]), JOHNSON [4]), DE LA BÊCHE und PLAYFAIR [5]), BRIX [6]) u. A. Man ermittelt die Dampf-

1) ZERRENNER's metallurg. Gasfeuerung. Wien 1856. p. 64.
2) Programm der Gewerbeschule zu Chemnitz. 1839. p. 23.
3) Mitthl. des Hannov. Gewerbe-Vereins 1835. Lief. 5, p. 311.
4) Verhandl. des Ver. zur Förderung des Gewerbfleisses in Preussen. 1846. p. 137. — LIEBIG's Jahresber. 1850. p. 688. Bgwfd. X, 424.
5) Polyt. Centr. 1849. p. 233. — DINGL., CX, 212, 263. CXIV, 345.
6) BRIX, Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des preussischen Staates. Berlin 1853. — Im Auszuge: Mittheilungen des Hann. Gew.-Ver. 1853 p. 201. — B. u. h. Ztg. 1854 p. 5. PETERS, im Bergg. 1859. No. 15 u. f.

menge, welche ein gegebenes Quantum Brennmaterial entwickeln kann. KARMARSCH bestimmt die Wassermenge, welche von 1 Pfund verschiedener Brennmaterialien in einem Kessel in Dampf verwandelt wird. JOHNSON und BRIX wenden eine gute Dampfkesselfeuerung an und ermitteln, wie viel Wasser von 0° durch 1 Pfund Brennmaterial in Dampf von 88—92° R. verwandelt wird. Dieses Verfahren, welches etwas modificirt auch von HARTIG[1]) angewandt worden, ist das beste und brauchbarste und die dabei erhaltenen Resultate sind denen proportional, welche sich bei Berechnung der Heizkraft aus der chemischen Analyse eines Brennmaterials unmittelbar ergeben. BRIX legt bei seiner Berechnung eine grössere Wärmeeinheit zum Grunde, als die oben angegebene, und wählt als solche die Totalwärme des Dampfes bei einer den Siedepunct etwas übersteigenden Temperatur (88—92° R.), d. h. die Wärmemenge, welche nöthig ist, um 1 Pfund Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R. zu verwandeln. Dieselbe ist nach REGNAULT bei 88° R. = 512,0°. c. oder auf Centesimalgrade bezogen = 640°. c, wenn c. die deutsche Wärmeeinheit (pag. 213) bezeichnet.

JOHNSON, DE LA BÊCHE und PLAYFAIR nehmen als Wärmeeinheit die latente Wärme des Wasserdampfes bei 100° C. an, d. h. die Wärmemenge, welche nöthig ist, um 1 Pfund Dampf aus Wasser von der Temperatur des Siedepunctes zu erzeugen. Auf Centesimalgrade bezogen, ist dieselbe nach REGNAULT genau = 536,5. PETERS[2]) zieht die Einheit der englischen und amerikanischen Experimentatoren der von BRIX vor und nimmt bei seiner Vergleichung des aus der Zusammensetzung von Steinkohlen berechneten theoretischen Heizeffectes mit dem durch Verdampfungsversuche gefundenen als Einheit die Wärmemenge an, welche nöthig ist, um 10 Pfd. Wasser von der Temperatur des Siedepunctes in Dampf zu verwandeln. Nennt man diese

---

1) E. HARTIG, Untersuch. über die Heizkraft der Steinkohlen Sachsens. Leipzig 1860.

1) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure II, 223. — Berggeist No. 16 de 1859. p. 126.

Einheit ϑ (von $\vartheta\acute{\varepsilon}\varrho\mu\eta$, Wärme), so ist bei dem oben angegebenen Werthe von c

$$\vartheta = 5365 . c.$$

Um die BRIX'schen Zahlen auf diese Einheit zu beziehen, müssen sie mit 460 . 100 multiplicirt und durch 5365 dividirt werden.

Nach dem Verfahren von BRIX hat auch KIRCHWEGER[1]) den Heizeffect von Brennstoffen ausgemittelt.

Berechnung aus der Analyse.

e) Berechnung des theoretischen Wärmeeffectes aus der Zusammensetzung der Brennmaterialien.

WELTER's Gesetz.

Nach WELTER's Theorie stehen die absoluten Wärmeeffecte von Kohlenstoff und Wasserstoff im geraden Verhältniss zu den bei ihrer Verbrennung verbrauchten Sauerstoffmengen. Dies beruht darauf, dass 1 Gewichtstheil Wasserstoff, stöchiometrischen Berechnungen zufolge, 3 mal so viel Sauerstoff zu seiner Verbrennung verbraucht, als Kohlenstoff, und nach älteren Angaben (p. 213) die absoluten Wärmeeffecte beider sich auch wie 3 : 1 verhalten. Die einem Brennmaterial zuzuführende Sauerstoffmenge lässt sich aus dessen bekannter Zusammensetzung berechnen. Der im Brennmaterial enthaltene Sauerstoff wirkt beim Verbrennen nicht nur indifferent, sondern sogar schädlich auf den Heizeffect ein, indem er eine äquivalente Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff bindet, und es muss daher eine entsprechende Menge des letzteren, als unwirksam für die Wärmeentwicklung, von den brennbaren Theilen in Abzug gebracht werden. Da nach neueren Untersuchungen (p. 213) der absolute Wärmeeffect des Wasserstoffs und Kohlenstoff nicht in dem früher gefundenen Verhältniss 3 : 1, sondern von 4, 2 : 1 steht, so hat dadurch das WELTER'sche Gesetz seine allgemeine Gültigkeit verloren. Die danach ermittelten Wärmeeffecte fallen zu niedrig aus.

Nach den obigen neuesten Versuchen zur Bestimmung der Calorien zeigt sich das WELTER'sche Gesetz für Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas richtig. Da nämlich 14 Gewichtstheile Kohlenoxydgas bei der Verbrennung zu Kohlen-

---

1) Bgwfd. XXII. No. 7. p. 108.

säure 8 Gewichtstheile Sauerstoff aufnehmen, so entwickeln sich daraus, bei Zugrundelegung der DULONG'schen Zahl, $14 \times 2466 = 34524$ Calorien, welche Zahl mit dem absoluten Wärmeeffect des Wasserstoffs, nach DULONG = 34800, nahe übereinstimmt. 1 Gewichtsth. Wasserstoff bedarf zur Verbrennung ebenfalls 8 Thle. Sauerstoff.

SCHEERER's Formeln

SCHEERER[1]) legt bei Aufstellung von Formeln zur Berechnung des absoluten W. E. die Zusammensetzung der Brennmaterialien und das WELTER'sche Gesetz zum Grunde. Bei der Ungültigkeit des letzteren sind diese Formeln nach den durch neuere Untersuchungen von GRASSI, FAVRE und SILBERMANN etc. (p. 213) gefundenen Resultaten von SCHEERER[2]) corrigirt, dadurch aber für die practische Anwendung etwas complicirt geworden.

PETERS' Formeln

Die von PETERS[3]) aufgestellten einfacheren Formeln zur Berechnung des absoluten Wärmeeffectes aus der chemischen Analyse eines Brennmaterials geben Resultate, welche mit den von BRIX (pag. 215) bei Versuchen mit Steinkohlen erhaltenen genau stimmen. Bezeichnet C den Kohlenstoffgehalt und H den Wasserstoffgehalt in 100 Theilen der organischen Substanz, und A fremde Bestandtheile (Wasser, Schwefel und Asche) in Procenten, so ist der absolute Wärmeeffect von 100 Theilen eines beliebigen Brennmaterials

$$E = (2{,}3\ C + 7{,}2\ H - 80)\ \frac{100 - A}{100}.$$

Enthält z. B. eine Steinkohle in 100 Theilen 8 Theile fremde Bestandtheile (Wasser, Schwefel und Asche) = A und die organische Substanz 90 C, 5 H und 5 N und O, so ist

$$E = (2{,}3 . 90 + 7{,}2 . 5 - 80)\ 0{,}92 = 149{,}96.$$

Es drückt also 149,96 die Wärmemenge in Heizeinheiten ϑ (pag. 216) aus, welche 100 Gewichtstheile Steinkohle bei der vollständigen Verbrennung entwickeln können.

Es weicht diese Entwicklung von der sonst üblichen

1) SCHEERER, Metallurgie I, 139.
2) Ibid. p. 384.
3) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure II, 223. — Berggeist 1859. No. 15, 66.

darin ab, dass eine grössere Einheit statt der Calorie gewählt ist und die fremden Bestandtheile der Kohlen von der organischen Materie gesondert behandelt sind.

Stein[1]) hat den Heizeffect von sächsischen Steinkohlen aus ihrer chemischen Zusammensetzung theoretisch berechnet, hiervon aber $^2/_3$ als denjenigen practischen Heizeffect angesehen, welchen man bei der Anwendung in gewöhnlichen guten Feuerungsanlagen nutzbar machen kann. Zum Ausdruck für die Heizkraft gibt derselbe in diesem Sinne an, wie viel Pfund Wasser von 0° durch 1 Pfund Kohle in Dampf von 80° R. verwandelt werden.

Reduction von Bleioxyd.

f) Berthier's Methode.[2]) Dieselbe gründet sich auf das Welter'sche Gesetz (pag. 216) und wird in der Weise ausgeführt, dass man die Bleimenge ermittelt, welche eine gewisse Menge Brennmaterial beim Erhitzen mit Bleioxyd reducirt. Diese entspricht dem ans Brennmaterial zur Verbrennung abgegebenen Sauerstoffgehalt und somit dem absoluten Wärmeeffect desselben.

Man mengt 1 genau abgewogenes Gramm oder 20 bis 25 Probirpfund des möglichst fein zertheilten, geraspelten, gefeilten oder pulverisirten Brennmaterials sorgfältig mit wenigstens dem 20fachen und höchstens dem 40fachen feingesiebter Glätte (ohne metallische Körner), thut das Gemenge in eine Probirtute (Taf. I. Fig. 26; Taf. II. Fig. 28, 29) und bedeckt dasselbe darin mit noch dem 30fachen Bleiglätte. Damit die Masse nicht übersteigt, muss der Schmelztiegel höchstens bis zur Hälfte damit angefüllt sein. Man erhitzt die bedeckte Tute in einem Muffelofen oder Windofen bei ganz allmälig steigender Rothgluth. Geschieht das Schmelzen zu rasch, so entweichen brennbare Gase und die Proben flammen; auch findet leicht ein Uebersteigen statt. Bei Anwendung eines Windofens stellt man das bedeckte Probirgefäss auf einen Ziegelstein, welcher sich auf dem mit einigen glühenden Kohlen versehenen Rost befindet. Man schüt-

1) B. u. h. Ztg. 1857. p. 382.
2) Berthier, Handb. d. met.-analyt. Chem. Deutsch von Kersten, I, 207. — Bodemann-Kerl, Probirkunst p. 518.

tet allmälig so hoch Kohlen nach, dass der obere Theil des Tiegels noch daraus hervorragt. Ist die anfangs aufschäumende Masse geschmolzen, dann wird der Tiegel ganz mit Kohlen bedeckt und man verstärkt etwa 10 Minuten lang die Hitze, um das reducirte Blei zu einem Regulus anzusammeln, und nimmt alsdann den Tiegel aus dem Ofen. Die ganze Operation dauert $^3/_4$—1 Stunde. Nach dem Erkalten wird der Bleikönig entschlackt, mittelst einer Bürste von anhaftendem Bleioxyd gereinigt und dann gewogen.

FORCHHAMMER[1]) empfiehlt statt der Bleiglätte eine Mischung von 3 Gewichtstheilen Bleiglätte und 1 Theil Chlorblei, welche, in derselben Menge wie Bleiglätte allein angewandt, ein rascheres Schmelzen gestattet und im Ganzen nur 10 Minuten Zeit verlangt.

Die Proben müssen 2—4fach angestellt werden. Die Bleimengen geben unmittelbar die Zahlen an, nach welchen der absolute Wärmeeffect der verschiedenen Brennmaterialien mit einander verglichen werden kann. Als Einheit betrachtet man den Kohlenstoff, welcher das 34fache Blei reducirt. Sehr reine Kohle (Zuckerkohle nach starkem Glühen) gibt beinahe diese Quantität Blei, Holzkohle mit 1—1$^1/_2$% Asche nur 29—30 Theile.

Nimmt man nach FÀVRE und SILBERMANN für Kohlenstoff eine Calorie = 8086 an, so entspricht jeder durch ein Brennmaterial erzeugte Theil Blei $\frac{8086}{34} = 238$ Wärmeeinheiten (bei der DESPRETZ'schen Zahl 7815 nur 230 Wärmeeinheiten).

Es können noch wegen eines Gehaltes an Wasser und Schwefelkies Correctionen vorgenommen werden.

Das BERTHIER'sche Verfahren gibt zwar bei seiner Begründung auf das WELTER'sche Gesetz keine absolut richtigen Resultate, dieselben weichen aber nur unerheblich von der Wahrheit ab, so dass dies Verfahren bei seiner Einfachheit für die Praxis doch von Werth bleibt und noch

1) Bgwfd. XI, 30.

immer angewandt wird.[1] Die Resultate bleiben höchstens um $^1/_9$ hinter der Wahrheit gegen die Berechnung aus der Elementaranalyse zurück und nähern sich nach STÖLZEL[2]) den bei letzterer erhaltenen um so mehr, je kohlenstoffreicher ein Brennmaterial ist und je weniger durch vorsichtiges Arbeiten sich Kohlenoxydgas gebildet hat.

Vergleichung des theoretischen W. E. mit den Resultaten der Praxis.

Der nach der Theorie sich ergebende Wärmeeffect wird in der Wirklichkeit nicht vollkommen erreicht, weil

1) die Verbrennung niemals ganz vollständig ist, indem bei Mangel an Luftzutritt eine theilweise Verkohlung des Brennmaterials eintritt, und bei zu viel Luft der überschüssige Sauerstoff und Stickstoff erwärmt werden muss. Die durch den Rost fallenden Cinder oder Braschen entziehen sich der Ausnutzung auf dem Feuerherde;

2) die heissen Verbrennungsproducte nie ihre ganze Wärme an den die auszunutzende Wärme empfangenden Körper abgeben. Ein Theil Wärme geht durch Strahlung vom Rost, von der Mauerung etc. verloren, ein anderer entweicht mit den Verbrennungsproducten in die Esse, ein anderer wird von dem vorhandenen hygroskopischen Wasser absorbirt etc. Nach BUNSEN beträgt der Wärmeverlust in Eisenhohöfen an 75 %, in Flammöfen noch mehr.

Mittel zur Erhöhung des Wärmeeffectes.

Um in der Praxis dem theoretischen Wärmeeffect möglichst nahe zu kommen, muss man auf eine thunlichst vollständige Verbrennung des Brennmaterials (durch rauchverzehrende Einrichtungen, zweckmässige Luftzuführung, aufmerksames Schüren zur Vermeidung oder Verringerung des Cinderfalles, Vorwärmen des Brennmaterials oder der Verbrennungsluft etc.), sowie besonders darauf Bedacht nehmen, dass ein möglichst kleiner Theil Wärme an andere Körper, als an die zu erhitzenden abgegeben wird. In letzterer Hinsicht empfehlen sich als Wärmebeförderungsmittel: das Austrocknen der Oefen, der Beschickung, des Brennmaterials und der Verbrennungsluft, eine zweckmässige Auswahl des Brennmaterials, gehörige Zerkleinerung des zu erhitzenden Kör-

---

1) WINKLER in ERDM. J. f. pr. Ch. XVII, 65. — v. HAUER in der Oester. Zeitschr. 1853. p. 34; 1856. p. 249.
2) DINGL., Bd. 146. p. 138; Polyt. Centr. 1858. No. 2. p. 123.

pers, zweckmässige Ofenconstruction, Regulirung der Verbrennungsluft etc. Die aus den Oefen entweichende Ueberhitze muss noch weiter verwandt werden (Benutzung der Gichtflamme, der von den Ofenwänden abgeleiteten und ausgestrahlten Wärme zum Trocknen des Brennmaterials, der Beschickung, zur Erhitzung der Gebläseluft oder von Dampfkesseln, zum Rösten etc.).

Die Versuche von Brix (pag. 215) und die Berechnungen von Peters (pag. 217) haben gelehrt, dass bei den untersuchten Steinkohlen der theoretische Wärmeeffect um einen fast constanten Coefficienten (im Mittel = 0,664) grösser war, als der nutzbare Wärmeeffect. Es lässt sich danach der nutzbare Heizeffect, welcher dem theoretischen proportional ist, finden, wenn man aus der Analyse des Brennmaterials den theoretischen Effect berechnet und denselben mit 0,664 oder $^2/_3$ multiplicirt.

Angaben Schinz

Schinz [1]) gibt die Zusammensetzung verschiedener Brennmaterialien und die Wärmequantitäten, welche dieselben erzeugen können, wie folgt an:

	Asche, Wasser, Stickstoff.	Kohlenstoff.	Freier Wasserstoff.	1 Pfd. Kohlenstoff erzeugt 14500 Wärmeeinheiten.	1 Pfd. Wasserstoff erzeugt 62000 Wärmeeinheiten.	Total-Wärmeeinheiten.
Lufttr. Holz	0,600	0,394	0,007	5713	434	6147
Fette Steinkohle	0,150	0,815	0,357	11817	2170	13987
Holzkohle	0,070	0,930	—	13485	—	13485
Cokes	0,150	0,850	—	12325	—	12325
Anthracit	0,061	0,915	0,0244	13267	1513	14780

Diese Wärmequantitäten vermindern sich bedeutend, wenn der Kohlenstoff bei Mangel an Luft statt zu Kohlensäure zu Kohlenoxydgas verbrennt. Die Wärmemenge sinkt beim Kohlenstoff per Pfund von 14500 auf 2442 Wärmeeinheiten und bei den obigen Brennmaterialien per Pfund auf resp. 1397, 4160, 2271, 2075 und 3747 Wärmeeinheiten,

1) Dingl., Bd. 142. p. 261. — B. u. h. Ztg. 1857. p. 75. (Gewichte und Massen sind englisch.)

wodurch ein Wärmeverlust von resp. 77, 70, 83, 83 und 75 % stattfindet.

Zur vollständigen Verbrennung erfordern die genannten Brennmaterialien per Pfd. resp. 60,3 — 133,7—135,1—123,5 und 143,6 Cubikfuss Luft nach der theoretischen Berechnung. In Wirklichkeit findet jedoch bald ein Ueberschuss, bald ein Mangel an Luft statt, je nachdem das Brennmaterial auf dem Rost in dünnen oder dicken Schichten liegt und der Zug mehr oder weniger lebhaft ist. Man gibt in der Praxis der Brennmaterialschicht auf dem Roste eine grosse Dicke, wenn man ein intensives Feuer erzeugen will (siehe pyrometrischer Wärmeeffect). Unter der Wärmeeinheit versteht SCHINZ die Menge Wärme, welche nöthig ist, um 1 Pfd. Wasser um 1 Grad FAHRENHEIT zu erwärmen. Zur Erwärmung von 1 Pfd. Luft um 1 Grad sind nur 0,2377 Wärmeeinheiten erforderlich. Letztere Zahl nennt man die specifische Wärme der Luft. 1 Cubikfuss Luft verlangt 0,018575 Wärmeeinheiten, um auf einen Grad erwärmt zu werden.

Definition. 2) Specifischer Wärmeeffect. Man versteht darunter diejenigen relativen Wärmemengen, welche gleich grosse Volumina verschiedener Brennmaterialien liefern, und erhält denselben durch Multiplication des absoluten Wärmeeffectes mit dem specifischen Gewichte des Brennstoffes.

Beispiel. Man hat bisher bei einer Flammenfeuerung für eine bestimmte Arbeit 3 Mltr. Fichtenholz à 80 Cbkfss. = 240 Cbkfss. verbraucht. Wie viel Balgen Obernkircher Steinkohlen à 3 Cbkfss. werden diese Holzmenge ersetzen, wenn der Rost zweckmässig umgeändert wird und

1 Theil Fichtenholz 14,5 Thle. Blei reducirt,
1 „ Steinkohle 31,0 „ „ „ und
das spec. Gewicht des Fichtenholzes = 0,472 und
„ „ „ der Steinkohle = 1,279 ist?

Die specif. Wärmeeffecte des Fichtenholzes und der Steinkohle verhalten sich wie die Producte ihrer absoluten Wärmeeffecte in das specifische Gewicht, also wie 14,5 . 0,472 : 31,0 . 1,279 = 6,84 : 39,64.

Es werden hiernach . . . . . . 6,84 Volum.
Steinkohlen durch . . . . 39,64 ,,
Fichtenholz ersetzt oder . . . . . 240 Cbkfss.
von letzterem durch . . . . . . $\frac{240 . 6,84}{39,64} =$
41,4 Cbkfss. oder 13,8 Balgen Obernkircher Steinkohlen.

Nach PETERS [1]) erhält man für die Praxis brauchbarere Resultate, wenn man statt des specifischen Gewichtes etwa den Inhalt der normalen preussischen Tonne ($7\frac{1}{9}$ Cbkfss.) oder des Scheffels ($\frac{1}{4}$ Tonne = $1\frac{7}{9}$ Cbkfss.) mehrfach wägt. [2]) Das Gewicht einer grösseren Volumeneinheit verschiedener Kohlen etc. ist keineswegs immer ihrem resp. specifischen Gewicht proportional, in Folge der ungleichen Grösse und Form.

Der Werth eines Brennmaterials hängt von dem Heizeffecte und dem Preise ab. [3])

B. Bestimmung des pyrometrischen Wärmeeffects oder der Heizkraft.

Der Wärmegrad, den ein Brennstoff beim Verbrennen liefert, hängt ausser von seiner Qualität hauptsächlich von der zugeführten Luftmenge und der Zeit ab, in welcher er verbrennt und diese wiederum von seinem Wasserstoffgehalte, seiner Porosität und dem Grade der Zerkleinerung. Definition.

Es gibt verschiedene Methoden, denselben zu ermitteln, nämlich Bestimmung des pyrometr. W. E.

1) durch Berechnung. SCHEERER [4]) berechnet den pyrometrischen Wärmeeffect nach Formeln, mit Zugrunde-

1) Berggeist 1859. No. 18. p. 146.
2) Dimensionen des Tonnengemässes in B. u. h. Ztg. 1859. No. 36. p. 328. — Bestimmung von Kohle und Schieferthon in einer Steinkohle. B. u. h. Ztg. 1859. S. 151.
3) Ibid. 1859. No. 21. p. 175.
4) SCHEERER, Metallurgie I. 145, 385. BRENDEL, REICH, WINKLER und MERBACH, Versuche über die Heizkraft der Brennmaterialien, mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung der warmen Luft und der Wasserdämpfe. Eine Beilage zu v. HERDER's Erläuterungen der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft. 1840.

legung des absoluten, nach den neuesten Resultaten DULONG, GRASSI, FÂVRE und SILBERMANN (p. 213) corr ten Wärmeeffectes, der relativen Gewichtsmenge und der cifischen Wärme der aus dem Brennstoffe entwickelten brennungsproducte, und gibt denselben beispielsweise folgt an:

Kohlenstoff in Sauerstoff = 9873° C, in Luft 245
wenn er zu Kohlensäure verbrennt;
Kohlenstoff in Luft 1310° C, wenn er zu Kohlenoxydgas verbren
Kohlenoxydgas in Sauerst. = 5316°—7090° C, in Luft 2121°—28
Kohlenwasserst. (CH)„ „ = 6308° „ „ „ 2290° C,
„ „ (CH^2)„ „ = 4766° „ „ „ 1935° „
Wasserstoff „ „ = 4073° „ „ „ 2080° „

Nach den Angaben von DALTON und GRASSI ist pyrometr. W. E. des **Kohlenoxydgases** niedriger, als denen von DULONG, FÂVRE und SILBERMANN. Nach teren entwickelt das Kohlenoxydgas bei der Verbrenn in atmosphärischer Luft einen höhern Hitzgrad, als der I lenstoff, was möglich sein kann bei dem hohen absol W. E. des Kohlenoxydgases und dem Umstande, dass 1 wichtthl. Kohlenoxydgas bei der Verbrennung in der nur 2,47 Gewichtthle, 1 Gewichtthl. Kohlenstoff aber hie 12,57 Gewichtthle. gasförmige Verbrennungsproducte erze wenn man den aus der Luft abgeschiedenen Stickstoff zurechnet.

Durch **Umwandlung der in einem Schachtofen der Form gebildeten Kohlensäure in Kohlenox gas** durch glühende Kohlen tritt eine Temperaturerniedrig von 2458 — 1310 = 1148° C. ein, was darin seinen Gr hat, dass hierbei keine Verbrennung, sondern nur eine mische Auflösung des Kohlenstoffs stattfindet, wobei feste Kohlenstoff gasförmig wird und Wärme bindet. N DULONG beträgt diese Temperaturverminderung 1316° wonach man sie durchschnittlich zu etwa 1200° C. an men kann.

Hieraus erklärt sich auch, dass dichtere Brennmate lien (Cokes, Anthracit, harte Holzkohlen) einen grösse pyrometrischen W. E. geben, als lockerere (Braunkoh Torf, Holz, weiche Holzkohlen). Da von beiden bei d

selben Volumen erstere eine geringere Oberfläche besitzen, als letztere, so reduciren sie auch in geringerem Masse die beim Verbrennen gebildete Kohlensäure zu Kohlenoxydgas, womit ein Verschwinden von Wärme verbunden ist. Nach MITSCHERLICH beträgt der mittlere Durchmesser einer Holzkohlenzelle $^1/_{2400}$ Z. Vergleicht man das Gewicht der trockenen Kohle mit dem einer voll Wasser gesogenen, so ergibt sich, dass die Oberfläche der Zellen in einem Stückchen Holzkohle von 0,9565 Gramm etwa 73 Quadratfuss beträgt.

Aus obigen Angaben geht hervor, dass kohlenstoffreiche (verkohlte) Brennmaterialien [1]) einen grösseren pyrometrischen Wärmeeffect liefern, als die wasserstoffreicheren flammbaren rohen Brennstoffe, während in Betreff des absoluten Wärmeeffects das Umgekehrte stattfindet. Dies hat seinen Grund darin, dass der beim Verbrennen des Wasserstoffs gebildete Wasserdampf eine beinahe 4mal so grosse Wärmemenge aufnimmt, um bis zu einem gewissen Grade erhitzt zu werden, als Kohlensäure.

Es bedarf zur Verbrennung

1	Gewthl.	C—2,67	Gewthl.	O,	um	3,67	Gwthl.	Č	u.	—	Gwthl.	Wasser	zu	bilden
1	„	C—1,33	„	„	„	2,33	„	Č	„	—	„	„	„	„
1	„	Ċ—0,57	„	„	„	1,57	„	Č	„	—	„	„	„	„
1	„	CH—3,43	„	„	„	3,14	„	Č	„	1,29	„	„	„	„
1	„	CH^2—4,00	„	„	„	2,75	„	Č	„	2,25	„	„	„	„
1	„	H—8,00	„	„	„	—	„	—	„	9,00	„	„	„	„
1	Volthl.	Ċ— ½	„	„	„	1,00	Volthl.	C̈		—	—	—	—	—
1	„	H— ½	„	„	„	—	—	—	„	1,00	Volthl.	„	„	„
1	„	CH— 2	„	„	„	1,00	„	—	„	2,00	„	„	„	„
1	„	CH^2— 3	„	„	„	2,00	„	—	„	2,00	„	„	„	„

Die von SCHEERER bei atmosphärischer Spannung berechneten Wärmeeffecte sind als Maxima anzusehen, und es bleibt der wirklich erreichte Effect mehr oder weniger hinter dem theoretischen zurück. Doch lassen die gefundenen Zahlen ohne Weiteres eine Vergleichung der Effecte verschiedener Brennmaterialien zu. Durch eine möglichst voll-

1) DEVILLE, über die Hitze, welche bei der Verbrennung der Kohle in der Luft entstehen kann. B. u. h. Ztg. 1853. p. 557.

ständige Verbrennung des Brennmaterials bei zweckmässiger Zuleitung von nöthigen Falls vorher erwärmter Verbrennungsluft lässt sich dem nach der Theorie sich ergebenden pyrometrischen Wärmeeffecte nahe kommen. Durch zweckmässige Vorbereitung des Brennmaterials (z. B. durch Pressen des Torfes, Ablagern der Holzkohlen und Cokes, nasse Aufbereitung der Steinkohlen und Darstellung mehr oder minder dichter Cokes daraus) lässt sich oft der pyrometrische Wärmeeffect steigern, sowie auch wohl durch Einblasen von Wasserdämpfen und besonders dadurch, dass möglichst viele Partikeln des Brennmaterials in einer gegebenen Zeit verbrennen. Letzteres erreicht man durch eine zweckmässige Zerkleinerung des Brennmaterials und die Anwendung von Gebläse- oder Zugluft.

Die von SCHEERER aufgestellte und seiner Theorie zum Grunde gelegte Ansicht, dass jeder brennbare Körper nur im Maximum mit derjenigen Temperatur verbrennen könne, welche der zur vollständigen Verbrennung erforderlichen Sauerstoffmenge entspricht und modificirt durch die beigegebenen andern Gasarten auf das Verbrennungsproduct übergeht — ist nach HEINTZ, STEINHEIL und EXTER[1]) in Bezug auf die Quantität der Wärme richtig, nicht aber in Bezug auf die Intensität oder den pyrometrischen Wärmeeffect, indem sich dieser innerhalb gewisser Grenzen beliebig erhöhen lässt, wenn man die Verbrennung unter einer höheren Pressung, als der atmosphärischen, effectuirt und dieselbe bei höherer Spannung des Heizraums continuirlich erhält. Man erreicht dies bei Flammöfen, wenn Luft und Gas mit einer grösseren Pressung in den Feuerraum getrieben werden, als die Pressung in der Abzugsöffnung der Verbrennungsproducte ist. Da bei einer solchen Pressung in demselben Raume und in derselben Zeit die doppelte oder dreifache Gewichtsmenge eines brennbaren Körpers vollständig verbrennt, so muss dieser Raum die doppelte oder dreifache Wärmemenge enthalten, die sich nach dem MARIOTTI'schen und GAY-LUSSAC'schen Gesetze, modificirt durch die DULONG'sche Bestimmung

1) Bgwfd. XVIII, 588. — Polyt. Centr. 1855 p. 1368.

der specifischen Wärme bei constantem Volum, in der messbaren Pression der erhitzten Gasarten kund gibt. Danach ist die Annahme, Kohlenstoff verbrenne in Sauerstoff und atmosphärischer Luft mit keiner höhern Temperatur, als mit resp. 9873 und 2458° C., allgemein ausgesprochen, unrichtig, und sie wird nur richtig durch den Beisatz: bei atmosphärischer Spannung. Die Genannten haben auf Grund des Vorstehenden ein Privilegium auf Angabe eines Verfahrens zur Steigerung des pyrometrischen Wärmeeffects jedes Brennstoffes erhalten.

Angaben von SCHINZ.

Nach SCHINZ [1]) lässt sich aus der Zusammensetzung eines Brennmaterials und der Quantität und Qualität der Verbrennungsproducte die Temperatur eines Feuers berechnen, welche variirt, je nachdem stattfindet

a) vollkommene Verbrennung mit den theoretisch erforderten Luftquantitäten,

b) vollkommene Verbrennung mit der doppelten Luftmenge, wie solche in den meisten Feuerungen vorkommt, wo kein besonders intensives Feuer verlangt wird,

c) unvollkommene Verbrennung, bei welcher ein Theil des Brennmaterials (etwa die Hälfte) als Kohlenoxydgas entweicht.

Nach diesen 3 Fällen ergeben sich folgende Resultate:

	Vollkommene Verbrennung		Unvollkommene Verbrennung
	ohne Luftüberschuss	mit Luftüberschuss	
Lufttr. Holz	4120° F.	2318° F.	2949° F.
Fette Steinkohlen	5029	2653	4113
Holzkohle	4881	2553	3770
Cokes	4881	2554	3651
Anthracit	4956	2592	3949

Die Resultate der ersten Columne sind rein theoretisch, die der zweiten entsprechen der practischen Beobachtung und die der dritten sind veränderlich, je nachdem die Brenn-

1) DINGL., Bd. 142 p. 261. — B. u. h. Ztg. 1857 p. 75.

materiallage auf dem Roste dicker oder dünner und der Zug mehr oder weniger lebhaft ist. Der in der Tabelle angenommene Fall ist der günstigste. Die zweite Feuerungsart findet statt, wenn es nur auf die Erzeugung niedrigerer Temperaturen ankommt, z. B. bei der Zimmerheizung, Dampfkesselfeuerung etc. und es kann dabei ein bedeutender Wärmeverlust durch das Entweichen heisser Verbrennungsproducte entstehen. Vom dritten Fall macht man zur Erzeugung höherer Temperaturen bei metallurgischen Operationen öfters Anwendung. Im günstigsten Fall gehen dabei immer an 40% Wärme verloren.

Pyrometer. 2) Durch Messung mit Pyrometern[1]), welches Verfahren jedoch bei der Unzuverlässigkeit dieser Instrumente keinen Anspruch auf Genauigkeit macht. Auch stellen sich einem solchen Messen oft grosse Schwierigkeiten entgegen.

Den in der Technik angewandten Pyrometern liegen im Allgemeinen folgende Principe zum Grunde[2]):

a) Pyrometer, bei denen die Veränderung des Volumens irgend eines Stoffes zum Massstabe dient, und zwar

α) Metallpyrometer, wozu nur Metalle genommen werden können, welche sich möglichst gleichförmig bei steigender Temperatur ausdehnen.

αα) Quecksilberpyrometer mit bis 360° C. verlängerter Scala gestatten nur einen beschränkten Gebrauch und geben bei Temperaturen über 100° C. wegen der ungleichmässigen Ausdehnung des Quecksilbers keine genauen Resultate. Sie werden meist nur zur Bestimmung der Temperatur erhitzter Gebläseluft angewandt.

ββ) Aeltere Metallpyrometer, wohin das um 1769 von Muschenbrock angewandte gehört, gestatten wohl die Messung der Ausdehnung von Metallen bei verschiedenen Hitzgraden, geben letztere selbst aber nicht an.

γγ) Neuere Metallpyrometer von Guyton de Morveau, Daniel, Neumann und Petersen, Gibbon u. A. con-

1) Literatur über Pyrometer: Merbach, Anwendung der erhitzten Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. 1840. p. 289.

2) Bgwfd. X, 497.

struirt. GUYTON wendet einen Platinstab an, welcher mit dem einen Ende auf einer Thonplatte befestigt ist und an diesem der betreffenden Temperatur ausgesetzt wird. Bei der eintretenden Ausdehnung des Stabes drückt dessen freies Ende gegen den kurzen Arm eines Hebels, wodurch dessen langer Arm gedreht wird und als Zeiger auf einem passend angebrachten Gradbogen Ablesungen der Grade möglich macht. Dieser Apparat hat den Uebelstand, dass zugleich mit dem Platinstabe die Messvorrichtung erhitzt und dadurch verändert und verdorben wird. DANIEL trennt bei seinem Pyrometer den Messapparat von dem Platinstab, wodurch zwar ein höherer Grad von Zuverlässigkeit erreicht wird, allein die Unbequemlichkeit, dass die Messung erst, nachdem das Instrument aus dem Feuer genommen, stattfinden kann, sowie auch die unsichere Vorrichtung, welche die stattgehabte Ausdehnung des Platins in der Hitze anzeigt, haben diesem Instrumente keinen allgemeinen Eingang verschafft.

NEUMANN's und PETERSEN's Pyrometer besteht aus zusammengesetzten Stangen von Platin und Eisen und hat eine sonst dem GUYTON'schen ähnliche Einrichtung, nur sind daran alle auf die Sicherstellung der Resultate influirenden Vorkehrungen getroffen.

STÖHRER's [1]) Pyrometer besteht aus einem Stahl- und Zinkstreifen. KAHL [2]) nimmt Streifen von Messing und Stahl, windet sie schraubenförmig und misst damit Temperaturen bis 440° C.

Hierher gehören auch die zur Messung der Temperatur der erhitzten Gebläseluft angewandten Pyrometer, welche aus zwei in einer Kapsel befindlichen, zusammengelötheten und spiralförmig aufgewundenen Metallstreifen bestehen. Diese sind an dem einen Ende an der Kapsel befestigt, an dem anderen befindet sich ein mit einem Zeiger versehener senkrechter Stift. Bei einem Temperaturwechsel verändern sich die Windungen der Spirale und bringen so den Zeiger in Bewegung, welcher die betreffenden Temperaturgrade an

1) Bgwfd. VII, 463.
2) ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. 67. p. 401. 1856.

einer an der Peripherie der Kapsel angebrachten Scala angibt.

β) Thonpyrometer von WEDGEWOOD vom Jahre 1782. Die Einrichtung desselben beruht auf dem verschiedenen Grade des Zusammenziehens des Thons in der Hitze. Thoncylinder werden der zu messenden Temperatur ausgesetzt und zwischen 2 divergirende Leisten geschoben, welche mit einer Eintheilung von 240° versehen sind. Je stärker der Thoncylinder erhitzt wurde, um so mehr ist er geschwunden[1]) und um so tiefer geht er zwischen den Leisten nieder. Nach WEDGEWOOD entspricht der Nullpunkt seiner Scala einer Temperatur von 1077,5° F. = 580° C., und jeder Pyrometergrad 132° F. = $73\frac{1}{3}$° C. Es finden sich jedoch hierüber verschiedene Angaben. Nach PRECHTL liegt der Nullpunkt bei 1000° F. = 538° C. = 430° R., nach MEISSNER bei 1044° F. = 562° C. = 450° R., nach NAUMANN bei 1077° F. = 580° C. = 464° R.; nach PRECHTL und NAUMANN ist 1° Wedg. = $130\frac{1}{3}$° F., nach Anderen 139° F.[2])

Dieses Instrument wurde früher allgemein angewandt, ist jedoch immer mehr ausser Gebrauch gekommen, nachdem man die Erfahrung gemacht, dass sich die Thoncylinder auf ganz gleiche Weise zusammenziehen, wenn man sie längere Zeit einer geringeren Hitze oder kürzere Zeit einer höheren Temperatur aussetzt.

γ) Luftpyrometer zuerst von SCHMIDT im J. 1804 in Vorschlag gebracht, von PETERSEN und POUILLET vervollkommnet, beruhen darauf, dass man ein Platingefäss mit einer doppelt gebogenen engen Glasröhre in Verbindung bringt, deren Schenkel mit Wasser, Quecksilber oder

---

1) Ueber das Schwinden des Thones: A. BROGNIART, Traité des arts céramiques. 2. édit. par. SALVÉTAT. Paris 1854. Tom. I. p. 262. — HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. p. 15.

2) Die Reduction der Thermometergrade auf die verschiedenen Scalen geschieht nach folgenden Formeln, worin *n* die gegebenen Grade bezeichnet: 1) nR = $^5/_4$ nC. 2) nR = ($^9/_4$ n + 32) F. 3) nC = $^4/_5$ n. R. 4) nC = ($^9/_5$ n + 32) F. 5) nF = (n—32. $^5/_9$) C. 6) nF = (n—32. $^4/_9$) R. Z. B. wie viel Grad nach FAHR. sind 30° C.? Nach 4) 30 C = ($^9/_5$. + 32) F = 86° F.

Schwefelsäure gefüllt sind. Wird das Platingefäss der zu messenden Temperatur ausgesetzt, so dehnt sich die darin enthaltene Luft aus und treibt die Flüssigkeit in dem graduirten Glasschenkel in die Höhe.

ERMAN und HERTER[1]) bedienten sich bei ihren Messungen der permanenten Ausdehnung des Gusseisens beim Erhitzen eines Luftpyrometers, welches nach beendigtem Versuch mit einem Hahn verschlossen wurde. Diesen öffnete man nach dem Erkalten des Apparates unter Wasser und benutzte das Gewicht der in den Apparat tretenden Wassermenge zur Berechnung der stattgehabten Temperatur.

b) Pyrometer, welche die Schmelzbarkeit bekannter Metalllegirungen als Massstab zur Bestimmung der Hitze benutzen.

Hierher gehört das 1827 von JAMES PRINSEP[2]) angegegebene Pyrometer, dessen sich auch PLATTNER[3]) zur Ermittelung der Schmelzpuncte von Hüttenproducten, sowie TUNNER[4]) zur Bestimmung der Temperaturen in verschiedenen Höhen eines Eisenhohofens bedient hat. Man erzeugt von verschiedenen Metallen mit genau bekannten Schmelzpuncten Legirungen, deren Schmelzpuncte sich nach der folgenden Formel ermitteln lassen:

$$x = As + Bs$$

wo x die gesuchte Schmelztemperatur der Legirung bezeichnet, welche in 1 Theil A Theile eines bei s Grad und B Theile eines bei s' Grad schmelzenden Metalles enthält. Indem man nun kleine Quantitäten solcher Legirungen mit verschiedenen bekannten Schmelzpuncten auf einer Eisen- oder Thonplatte der betreffenden Temperatur während einer gewissen Zeit aussetzt, schmilzt ein Theil der Legirungen,

1) Bgwfd. XIX, 206.

2) POGG., Ann. XIV, 525.

3) PLATTNER, über die Bestimmung der Schmelzpuncte mehrerer Hüttenproducte und der Hitzgrade, bei denen sich verschiedene Silicate bilden. Beilage zu MERBACH's Anwendung der erwärmten Gebläseluft. Freiberg 1840. p. 288.

4) Leobener Jahrb. IX. Bd. 1860. S. 290. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 208.

ein anderer nicht und man schliesst daraus auf die an dem fraglichen Puncte herrschende Temperatur.

Dieses Pyrometer ist einfach und bequem anzuwenden und gibt ziemlich genaue Resultate.

VIOLETTE[1]) bediente sich eines ähnlichen Verfahrens zur Bestimmung der Temperaturen, bei denen die Verkohlung des Holzes stattfindet. Bis 350° C. wandte er ein Quecksilberpyrometer an, von da ab kleine Stückchen Antimon, Kupfer, Silber, Stahl, Eisen und Platin, welches letztere er in einem besonders vorgerichteten Ofen zu schmelzen vermochte.[2])

Auch zum Messen der Temperatur erhitzter Gebläseluft lässt sich dieses Pyrometer anwenden.[3])

Wesentlich für alle diese Methoden ist die genaue Ermittelung des Schmelzpunctes der angewandten Legirungen. Die von PLATTNER gebrauchte Formel gibt nach den Untersuchungen von KOPP[4]) unrichtige Resultate. Die Gebrüder APPOLT[5]) ermitteln die Schmelzpuncte genauer nach folgendem Verfahren: Eine schmiedeeiserne Platte von 2 Kilogr. Gewicht, 0,20 Meter Länge, 0,10 Meter Breite und 15 bis 20 Millim. Dicke enthält ein oder zwei halbkugelige Löcher und wird bis zu einem solchen Grade erhitzt, dass, nachdem man sie aus dem Feuer genommen und in die Löcher ein oder zwei erbsengrosse Körner der zu untersuchenden Metalllegirung gelegt hat, diese letzteren vollständig schmelzen können. Zur Verhinderung der Oxydation bedeckt man die Löcher mit einem Stückchen Holzkohle. In dem Augenblicke, wo die Körner zu erstarren anfangen, taucht man die Platte in ein hölzernes Gefäss, welches eine genau gemessene, etwa 12 Liter betragende Menge Wasser von 10—12° C. enthält. Man rührt das Wasser mit der

1) DINGL., polyt. Journ. Bd. CXXIII, 117.
2) Ofen zum Schmelzen des Platins mittelst Kohlen. DINGL., CXXVII., 114. B. u. h. Ztg. 1853. p. 537.
3) SCHEERER, Metallurgie, I, 490. — Neuer Schauplatz d. Bergwerkskunde. XV, 54.
4) KOPP, Modification der mittleren Eigenschaft. Frankf. 1841.
5) B. u. h. Ztg. 1856. p. 165. No. 20.

Platte gut um, bestimmt die Temperatur des Wassers nach dem Erwärmen und wiegt die Eisenplatte genau. Nach der Formel

$$T = \frac{P}{p \cdot c}(t' - t) + t$$

lässt sich alsdann der Schmelzpunct T finden.

Es bezeichnet P das Gewicht des angewandten Wassers, c die specifische Wärme des Eisens gegen jene des Wassers als Einheit, nach REGNAULT = 0,125, t die Temperatur des Wassers vor und t' nach dem Eintauchen und p das Gewicht der Eisenplatte.

Ist z. B. P = 12000 Gramm, p = 2000 Gramm, c = 0,125, t = 10° C., t' = 32° C., so ist

$$T = \frac{12000}{2000 \cdot 0{,}125}(32 - 10) + 32 = 1088^{\circ}\text{ C.}$$

Zur Ermittelung der Temperatur an den Wänden der Abtheilungen ihres Cokesofens bestimmten die Gebrüder APPOLT nach diesem Verfahren die Schmelzpuncte verschiedener Metalllegirungen, z. B.

1 Theil Zinn mit 4 Thln. Kupfer = 1050° C.
1 „ „ „ 5 „ „ = 1100 „
1 „ „ „ 6 „ „ = 1130 „
1 „ „ „ 8 „ „ = 1160 „
1 „ „ „ 12 „ „ = 1230 „
1 „ „ „ 20 „ „ = 1300 „

Die Anwendung dieser Metallgemische geschieht auf die Weise, dass man erbsengrosse Körner davon in halbkugelförmige Löcher legt, welche sich fast am Ende einer Eisenstange befinden. Man bedeckt die Körner mit einer Eisenplatte und bringt die Stange an die Stelle, wo die Temperatur gemessen werden soll. Nach einiger Zeit zieht man sie wieder heraus und sieht nach, welche Legirungen geschmolzen sind und welche nicht. Aus der Scale ergibt sich dann die herrschende Temperatur.

c) Electrische Pyrometer. Bei derartigen von STEINHEIL und POUILLET angegebenen Pyrometern benutzt man den Einfluss der durch die Hitze erregten Thermoelectricität von im Contact befindlichen verschiedenen Metallen, z. B. von Eisen und Platin, auf die Ablenkung einer Magnetnadel als

Mittel zur Bestimmung der Hitzgrade, und sollen diese sehr zuverlässige Resultate geben.

d) Pyrometer, welche diejenige Temperatur Massstab für den zu messenden Hitzgrad nehn welche ein der zu messenden Temperatur au setztes Metall einer gewissen Quantität Wa von bestimmter Temperatur durch Eintauc ertheilt.

Dieses Princip ist zuerst von CLEMENT-DESORMES[1] nutzt und von SCHWARTZ[2]), sowie in neuester Zeit WILSON[3]) und APPOLT in Anwendung gebracht. Die APPOLT gebrauchte Formel ist pag. 233 mitgetheilt. F DU FAUR bediente sich dieser Methode zur Ermittelung Temperaturen in Gaspuddel- und Gasschweissöfen.[4])

Tabell. Zusammenstellung der W. E., Schmelzpuncte etc.

Zusammenstellung der Wärmeeffecte von Bre materialien, der verschiedenen Grade des Glüh und der Schmelzpuncte verschiedener Meta und Hüttenproducte.[5])

	Absoluter Wärmeeffect C = 1	Specif. Wärmeeffect C = 1	Pyrom Wärmee Schmelzt rat. Glüh
Zinn	—	—	222,5—2
Wismuth	—	—	241—26
Blei	—	—	322—33
Zink	—	—	411
Antimon	—	—	512
Anfangendes Glühen	—	—	525
Dunkelrothgluth	—	—	700
Anfangende Kirschrothgluth	—	—	800
Starke Kirschrothgluth	—	—	900
Rothe Glätte schmilzt	—	—	954
Völlige Kirschrothgluth	—	—	1000
Kupferstein schmilzt	—	—	1002
Silber schmilzt	—	—	1023

1) DINGL., polyt. Journ. Bd. XXXIII, 145.
2) POGG. Ann. XIV, 530.
3) DINGL., polyt. Journ. CXXV, 432.
4) Oester. Zeitschr. 1859. p. 148.
5) SCHEERER, Metallurgie. I, 378. (theilweise.)

	Absoluter Wärmeeffect C = 1	Specif. Wärmeeffect C = 1	Pyrometr. Wärmeeffect. Schmelztemperat. Glühgrade
Bleistein schmilzt . . .	—	—	1027
Schwarzkupfer schmilzt .	—	—	1027
Rohstein schmilzt . . .	—	—	1047
Bleispeise schmilzt . . .	—	—	1062
Dunkel Gelbrothgluth .	—	—	1100
Gold schmilzt	—	—	1102
Kupfer schmilzt	—	—	1173
Helles Glühen	—	—	1200
Weissgluth	—	—	1300
Blei- u. Bleisteinschlacke schmelzen	—	—	1317—1330
Rohschlacke schmilzt . .	—	—	1330—1360
Schwarzkupferschlacke schmilzt	—	—	1345
Eisenhohofenschlacke schmilzt	—	—	1390—1430
Starke Weissgluth . .	—	—	1400
Gasförmige Brennmaterialien . . .	0,080—0,205	0,00010—0,00027	1450—1850
Blendende Weissglühhitze	—	—	1500—1600
Gusseisen	—	—	1500—1700
Holz	0,36—0,47	0,14—0,28	1575—1750
Torf	0,37—0,65	—	1575—2000
Stahl	—	—	1700—1900
Braunkohle . . .	0,43—0,85	—	1800—2200
Stabeisen	—	—	1900—2100
Steinkohle mit 5% hygr. Feucht. u. 5% Asche . . .	0,79—0,96	1,06—1,14	2200—2350
Torfkohle	**0,33—0,85**	—	**2050—2350**
Holzkohle	**0,64—0,97**	**0,10—0,20**	**2100—2450**
Cokes mit nicht über 5% Asche . . .	**0,84—0,97**	**0,33—0,46**	**2350—2450**
Platin	—	—	**2534**

Temperatur des Holzkohlenhohofens zu Wasseralfingen beobachtet zu 2774° C., des Gaspuddelofens zu 2692° C. und des Gasschweissofens zu 3100 C. — Temperatur in einem Porzellanofen während des Gutbrennens, wobei die

Glasur schmilzt, nach ELSNER etwa 2000° C., also zwischen dem Schmelzpuncte des Platins und Stabeisens.

1. Feste Brennmaterialien.

§. 45. Holz. Das Holz[1]) besteht

Bestandtheile des Holzes.

1) aus Holzfaser, welche die Gefässe desselben constituirt und etwa 96 % von dem völlig trockenen Holze beträgt. Sie hat bei allen Hölzern die gleiche Zusammensetzung von 52,65 C., 5,25 H. und 42,10 O., oder besteht nahe aus gleichen Theilen Kohlenstoff und Wasser. Nach VIOLETTE sind die näheren Bestandtheile in ein und demselben Baume ungleich vertheilt. Blatt- und Wurzelfasern enthalten 5 % weniger Kohlenstoff, als das Holz des Stammes, dagegen die Rinden der Zweige und Wurzeln 5 % Kohlenstoff mehr, als die Rinde des Stammes. Das eigentliche Holz im Stamm, in Aesten und Wurzeln hat dieselbe Zusammensetzung. Die verschiedene Anordnung der Holzfaser verändert das Gewicht, die Brenn- und Flammbarkeit, den Wärmeeffect etc. der Hölzer. Die grössere oder geringere Porosität und somit ihr specifisches Gewicht[2]) gibt einen Grund ab für die Eintheilung der Hölzer in harte (Eiche, Rothbuche, Weissbuche, Birke, Ulme, Buchsbaum, Nussbaum, Pflaumenbaum, Birnbaum, Kastanie, Esche, Wachholder, Cornelkirsche), halbharte (Ahorn, Akazie, Vogelbeere, Apfelbaum, Erle, Maulbeerbaum, Rosskastanie, Lärche, Kiefer) und weiche (Fichte oder Rothtanne, Weisstanne, Linde, Aspe, Schwarzpappel, Weide). Die meisten Holzarten sind specif. leichter als das Wasser, dagegen die festen Theile des Holzes fast um die Hälfte schwerer. Spec. Gewicht der Holzfaser = 1,5.

Die harten Hölzer brennen nur eine Zeitlang an ihrer Ober-

---

1) KLEIN, Beiträge zur physik. technol. Kenntniss des Holzes. 1838. Ueber das specif. Gewicht der Hölzer.

2) KARMARSCH, in ERDM., J. f. pr. Ch. II, 207. VII, 45. — DINGL., polyt. Journ. X, 178. — KNOBLAUCH, über den Zusammenhang zwischen den physikal. Eigenschaften und den Structurverhältnissen des Holzes. Polyt. Centr. 1859. No. 5. p. 312.

fläche mit Flamme, während welcher im Innern eine Verkohlung vor sich geht. Ist diese vollendet, so hört die Flamme auf und die zurückbleibende dichte Kohle verbrennt ohne Flamme (glüht) zu Kohlensäure. Weiche Hölzer geben während der ganzen Dauer ihrer Verbrennung Flamme und hinterlassen wenig Kohle. Die längste Flamme geben harzreiche Nadelhölzer. Hierauf beruht die Anwendung der Hölzer zu verschiedenen Zwecken, je nachdem man mehr Flamme oder mehr Glühefeuer verlangt. Die Flammbarkeit des Buchenholzes kann nur bei ungleich längerer Vorbereitung durch Darren auf den Grad gebracht werden, auf welchem sich das harzreiche Nadelholz schon nach Entfernung eines Theils seines hygroskopischen Wassers befindet. Vor Anwendung der Gasfeuerung hielt man das Buchenholz zum Puddel- und Schweissofenbetrieb für unanwendbar.

2) aus Saft von variabler Zusammensetzung und bei lufttrockenem Holze bis 4 % betragend. Von seinen organischen Bestandtheilen hängt die verschiedene Beschaffenheit der Hölzer (Nadelhölzer und Laubhölzer) mit ab; die unorganischen Bestandtheile bilden beim Verbrennen die Asche [1]), welche aus löslichen kohlensauren, schwefelsauren und salzsauren, wenig kieselsauren und phosphorsauren alkalischen Salzen, sowie aus in Wasser unlöslichen Körpern, hauptsächlich Kalkerde, Magnesia, Eisenoxyd und Manganoxyd, an Kohlensäure, Phosphorsäure, Kieselsäure oder Schwefelsäure gebunden, bestehen. Die löslichen Bestandtheile der Asche mehren sich vom Stamme bis zur Frucht, und zwar fast genau um das 8fache. Der Thonerdegehalt der Pflanzenaschen ist noch immer eine Streitfrage. [2]). Der Aschengehalt des Holzes schwankt je nach der Art des Holzes und der Bodenbeschaffenheit zwischen 0,2—5 %, und beträgt gewöhnlich 1 %. Nach Chevandier [3])

---

1) Sprengel, über die feuerfesten Bestandtheile des Holzes. Schweig.-Seydel, Journ. I, 183. Erdm., Journ. f. ökon. Ch. XIII, 382. — Fresenius u. Will, über den Aschengehalt der Vegetabilien. Pharm. Centr. 1844. p. 453. — Berthier, Untersuchung der Asche von verschiedenen Holzarten in Karst. Arch. I R. XIV, 419; Dessen met. analyt. Ch. I, 136

2) Lieb., Jahresber. 1847—48. p. 1097.

3) Ibid., p. 1098.

gibt durchschnittlich Holz von jungen Stämmen 1,23 %, Klafterholz 1,34 %, Aeste 1,54 % und Reiser 2,27 % Asche. Nach KARSTEN, BERTHIER und CHEVANDIER gibt die Fichte 0,15—0,83, die Kiefer 0,15—1,24, die Eiche 0,15—2,50 und die Buche 0,40—0,86 % Asche. Der Saft nimmt Antheil an der Verbrennung und hat besonders Einfluss auf die Brennbarkeit und Flammbarkeit, weshalb geflösstes Holz an Qualität verliert. Nach WERNECK erleidet 1 Cbkfuss Holz beim Flössen bis zu 1 Pfd. Verlust, was aber von anderer Seite bestritten wird.[1]) Nach Versuchen am Unterharze vom Jahre 1853 verlor 1 Malter (80 hann. Cbkfss.) gesundes 60jähriges Fichtenholz, 4 Monate nach dem Hauen genommen, bei 3½ wöchentlichem Flössen 6,25 % an Volumen und durch Nachtrocknen noch 1,08 %. — Von dem ursprünglichen Gewicht eines Malters = 1478½ Pfd. gingen 22,8 % dem Gewichte nach verloren. Das nicht im Wasser gewesene Holz hatte durch Nachtrocknen bis zum lufttrockenen Zustande an Volumen nichts, am Gewichte 17,5 % verloren. 1 Malter Holz von 1748½ Pfd. Gewicht verdampfte nach dem Flössen 2910 Pfd. Wasser, oder 1 Pfd. Holz 1,969 Pfd. Wasser; ferner 1 Malter Holz zu 1472½ Pfd. ungeflösst verdampfte 3194 Pfd. Wasser oder 1 Pfd. Holz 2,169 Pfd. Wasser, wonach 100 Pfd. geflösstes Holz soviel wirken, als 90,77 Pfd. ungeflösstes Holz, oder das Holz verlor beim Flössen auf mechanischem Wege und durch Auslaugen 9,23 % an seiner Brennkraft. In trockner Luft und unter Wasser erhält sich das Holz lange Zeit, zersetzt sich aber allmälig unter Aufnahme von Sauerstoff und Entlassung von Kohlensäure, wenn dasselbe abwechselnd dem Einfluss von Luft, Wasser und Licht ausgesetzt wird.

3) aus hygroskopischem Wasser[2]), welches in frischgefälltem Holze 20—50 %, in völlig lufttrocknem Holze 18—20 % ausmacht. In den Herbst- und Wintermonaten beträgt der Wassergehalt in den harten Holzsorten durch-

1) DINGL., polyt. Journ. CXV, 155.
2) Ueber den Wassergehalt des Holzes: SCHÜBLER und NEUFFER in ERDM. Journ. f. ök. u. techn. Ch. VII, 35. — CHEVANDIER, Polyt. Centr. 1847. p. 292.

schnittlich 35 %, in den weichen 45 %, im Frühling und Sommer noch 5 % mehr. Gewöhnliches Brennholz, an der Luft getrocknet, enthält noch 20—25 % Wasser. Das Holz wird vor seiner Verwendung gewöhnlich 1—2 Jahre an der Luft ausgetrocknet und kann dann zu metallurgischen Prozessen verwandt werden, welche keine zu hohe Temperatur, nicht über 1000 bis 1600° C., erfordern. Soll mittelst Holzes eine höhere Temperatur (1700—1900° C.) hervorgebracht werden, so muss es gedarrt werden. Dies geschieht entweder dadurch, dass man das Holz in der Nähe von Schmelzöfen, auf deren Gewölben oder auf darüber angebrachten Hängevorrichtungen aufschichtet, oder dazu eigene Vorrichtungen, Darröfen, Darrkammern (pag. 194) anwendet, zu deren Heizung bis auf etwa 100° C. man gern die aus anderen Oefen verlorengehende Wärme benutzt.[1]) Stark getrocknetes Holz zieht in einem Jahre wieder 8—10 % Wasser an.

Zusammensetzung des Holzes.

Man kann lufttrockenes Holz zusammengesetzt betrachten aus 18—20 % hygroskopischem Wasser und 82—80 % Holzsubstanz, oder — da die Holzsubstanz aus der Hälfte Kohlenstoff und der andern Hälfte Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniss, wie sie Wasser bilden, besteht, — aus 40 % Kohle incl. Asche, 40 % chemisch gebundenem Wasser und 20 % hygroskopischem Wasser. Beim Erhitzen bis zu 120° C. entweicht das hygroskopische Wasser und es bleibt gedarrtes Holz von der Zusammensetzung: 50 %

1) Ueber das Darren des Holzes: Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. XVI, 275. Erdm., J. f. pr. Ch. XXIV, 116. — Karst., Arch. I. R. III, 139, 189; XVI, 225. — Bgwfd. III, 27, 111; IV, 81, 485; XII, 639. — B. u. h. Ztg. 1843. p. 58 u. 444. — Tunner's Jahrb. III, 407. — Ann. d. min. III. sér. tom. IX, 449; XIII, 217; XVIII, 647. — Abbildungen von Darröfen: Le Blanc u. Walter's Eisenh. I, 233. Taf. 9. — Hartmann, über den Betrieb der Hohöfen mit erhitzter Luft. 4. Hft. p. 76, Taf. 3—5. — Neuer Schauplatz d. Bergwerkskde. XIV, 34, Taf. 1, Fig. 4—10. — Le Play, Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich zu bestehen, deutsch v. Hartm. Freiberg bei Engelhardt. 1854. p. 172.

Kohle incl. 1 % Asche und 50 % chemisch gebundenes Wasser zurück.

Nach SCHÖDLER und PETERSEN enthält feingeraspeltes und bei 100° C. getrocknetes Holz von der

	C	H	O	Zur Bildung von Wasser sind erforderlich H	Mehrgehalt an H
Buche	48,53	6,30	45,17	5,64	0,66
Birke	48,60	6,37	45,02	5,63	0,64
Tanne	49,95	6,41	43,65	5,46	0,95
Fichte	49,59	6,38	44,02	5,50	0,88
Kiefer	49,94	6,25	43,81	5,48	0,77

Wärmeeffect des Holzes.

Der Wärmeeffect[1]) und das specifische Gewicht der verschiedenen Holzarten ergibt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung:

	Wärmeeffect C = 1 Absol.	Specif.	Pyrom.	1 Gwthl. Holz reducirt Blei C = 34 Blei	1 Gwthl. Holz erwärmt von 0°—100°C. Wasser	Specif. Gew. der lufttr. Hölzer.
Lufttrocknes Holz mit 20% hygr. Feuchtigk.	0,36	—	1575°C.	—	35	—
Halbgedarrtes Holz mit 10% hygr. Feuchtigk.	0,41	—	1675	—	—	—
Gedarrtes Holz . . .	0,47	—	1750	—	—	—
Weissbuche, lufttr. .	—	0,28	—	12,5	31	0,770
Steineiche	—	0,26	—	14,05	24—30	0,708
Esche	—	0,24	—	14,50	30—35	0,670
Ahorn	—	0,23	—	14,16	36	0,645
Rothbuche	—	0,24	—	14,00	33—36	0,591
Kiefer	—	0,20	—	13,27	—	0,550
Weide	—	0,19	—	13,10	—	0,487
Fichte	—	0,19	—	13,88	28—37	0,472
Linde	—	0,18	—	14,48	34—40	0,439
Schwarzpappel . . .	—	0,14	—	13,04	34—37	0,387
Birke	—	0,23	—	14,08	—	0,627
Tanne	—	0,19	—	13,86	—	0,481

1) PETOT's Ermittelungen in BERTH. metal. anal. Chemie, deutsch v. HARTM., I, 240.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die absoluten Wärmeeffecte der verschiedenen Holzsorten nahe gleich gross sind und deshalb die specifischen Wärmeeffecte von Holzarten mit gleichem Wassergehalte sich wie die specifischen Gewichte derselben verhalten. Man kann den absoluten Wärmeeffect verschiedener lufttrockner Hölzer annehmen zu 13,95 Gew. Thle. Blei oder 3200 Wärmeeinheiten oder 0,41 % des reinen Kohlenstoffs.

Werth des Holzes.

Da man die Hölzer meist dem Volumen nach kauft, so geben die specifischen Gewichte derselben direct ihren verhältnissmässigen Werth an. [1]) Es kommt jedoch dabei auch die Grösse, Form und die Art des Einschlagens der Scheite in Betracht. Das Gewicht eines bestimmten Volumens ist unter gleichen Umständen um so grösser, je dicker die Scheite und je grösser das specifische Gewicht ist. Man muss deshalb beim Einkaufen auf die leeren Räume Rücksicht nehmen, deren Summe zum ganzen Volumen des Haufens in einem bestimmten Verhältniss zu stehen pflegt. So rechnet man nach Knapp vom Inhalt einer Klafter (6 Fuss lang und 6 Fuss hoch) $^1/_6$ auf die leeren Räume; Stockholz lässt noch einmal so viel Zwischenräume, so dass 2 Klafter Stockholz = 1 Klafter Scheitholz und 4 Klafter Knüppelholz = 3 Klafter Scheitholz. 100 Cubikfuss Holz enthalten 70 Scheitholz, 60 Knüppelholz, 50 Stockholz, und 25 Cubikfuss Reisig. Nach Landet betragen die leeren Räume $^1/_8$, $^1/_6$, ja selbst $^1/_5$ von dem ganzen Inhalte, und nach Marcus Bull sind vom eingeschlagenen Holze nur 56 % wirkliche Holzmasse, nach Karmarsch $^2/_3$. Auf den Salinen des Salzkammergutes rechnet man 1 Wien. Klftr. = 108 Cbkfss. bei Buchenholz zu 78,15 Cbkfss. solider Holzmasse und 1 Cbkfss. zu 37,69 Pfd.; 1 Klftr. Fichtenspaltholz zu 77,41 Cbkfss. solider Holzmasse und 1 Cbkfss. zu 26,41 Pfd. Auf öster-

1) Ueber den Werth der Holzarten: Petersen und Schödler in Erdm. J. f. pr. Chemie. VIII, 321. — Winkler, ibid. XVII, 65. Robinet im Polyt. Centr. 1851. p. 1430. — Landet im Polyt. Centr. 1854. p. 530. — Hartig, Brennwerth verschiedener Holz- und Torfarten. Braunschweig 1855. Bestimmung des Volumens, der specif. Gew. etc. des Holzes. Oester. Zeitschr. 1857. p. 66.

reichischen Werken fand man, dass Holzzaine bei grobgespaltenem Holze 67, bei feingespaltenem 53 % Masse enthalten. Auf den Oberharzer Hütten ist ausgemittelt, dass 1 Malter Fichtenrösteholz 80 hannov. Cubikfuss Rauminhalt und 50 Cubikfuss feste Holzmasse, à Cubikfuss 28 Pfd., enthält. 1 hannov. Cubikfuss lufttrockenes Fichtenholz wiegt durchschnittlich 26 Pfd. 1 Malter Laubscheitholz zu 80 Cubikfuss enthält 48 Cubikfuss feste Holzmasse à 45,24 Pfd.

Eigenschaften des Holzes. Das Holz zeichnet sich vor den meisten mineralischen Brennstoffen durch seine gleichmässige Zusammensetzung und den geringen Gehalt (½ %) an fremden, nicht schädlichen Beimengungen aus, welche Eigenschaft den mit Holz oder Holzkohlen betriebenen Eisenhohöfen grosse Vorzüge gewährt. Diesen nützlichen Eigenschaften des rohen Holzes treten aber die wesentlichen Nachtheile entgegen, dass dasselbe aus der eigentlichen Holzsubstanz eine geringere Wärme entwickelt, als die selbst mit bedeutenden Quantitäten erdiger Beimengungen verunreinigten mineralischen Brennstoffe. Ausserdem macht der hygroskopische Wassergehalt des Holzes die daraus entwickelten Wärmemengen ungleich. Um von dem Holze den ganzen Nutzeffect, den es zur Hervorbringung hoher Temperaturen zu geben vermag, zu erlangen, muss vorher sein Gehalt an hygroskopischem Wasser durch Trocknen an der Luft (pag. 187) und Darren (pag. 195) entfernt werden.

Am besten fällt man das Holz im März und lässt es aufgeklaftert im Freien oder unter luftigen Schuppen längere Zeit stehen, damit dasselbe nicht stockig wird. Gutes Holz muss gesund, ausgewachsen, nicht überständig, raupenfrässig oder wurmstichig sein.

Anwendung des Holzes. Das Holz wird in mehr oder weniger dünnen Aesten (Reisig, Wellholz, Waasen) oder Scheiten grösstentheils bei Siede- und Röstprozessen angewandt, ferner bei Schmelzungen in Flammöfen, z. B. in Puddelöfen, Treiböfen, Silberfeinbrennöfen, seltener in Herd- und Schachtöfen, z. B. im Eisenfrischherd, in Eisenhohöfen [1]), im amerikanischen Blei-

1) Erdm., J. f. ök. und techn. Ch. XII, 337; XIV, 416; XVI, 275; XVII, 471. — Erdm., J. f. pr. Chem. II, 337; VI, 231. — Dingl.,

herde.[1]) Auch erzeugt man daraus brennbare Gase, namentlich aus Abfällen, Tannzapfen, Reisig u. dgl.[2]) Die Tannzapfen werden auch wohl direct beim Rösten der Eisensteine und gemeinschaftlich mit Holzkohle bei Schachtofenschmelzungen angewandt.

Man hat bei Benutzung des Holzes in der Technik unter anderen folgende Erfahrungen gemacht:

Practische Erfahrungen.

1) Der Hessische Gewerbeverein hat ermittelt, dass bei Kesselfeuerungen 1 Pfd. zwei Jahr vorher gefälltes Buchenholz 2,075 Pfd. Wasser von 0° verdampft; nach BERTHIER sollte der Theorie nach gutes Brennholz $4^1/_2$—5 Pfd. Wasser von 0° verdampfen; in der Praxis, z. B. bei Salinen, werden aber nur $2^1/_2$—3, höchstens $3^1/_2$ Theile verdampft. Auf den Unterharzer Siedewerken verdampft 1 Pfd. Holz 2,495—2,838 Pfd. Wasser. Nach KARSTEN wirken bei Siedeprozessen 1,6 Gewthl. Holz = 1 Steinkohle = 2,5 Torf, und 1 Vol. Steinkohle = 4 Vol. Holz = 4 Vol. Torf; bei höheren Temperaturen, z. B. in Flammöfen, 1 Gewthl. Steinkohle = 2,6 Theile Holz und 1 Vol. Steinkohlen = 7 Vol. Holz. 1 Gewichtstheil Holz verdampft bei zweckmässiger Feuerung 3—$3^1/_2$ Gewthl. Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre.

2) Auf der Saline Artern[3]) ergab sich bei Probesie-

---

polyt. J. LXI, 480; LXIV, 235, 397; LXVIII, 441; LXIX, 142; LXXXVIII, 264; XC, 28. — Bgwfd. I, 356; II, 501; IV, 485; V, 193; VIII, 375. — KARST., Arch. 2 R. XII, 408; XXV, 261. — B. u. h. Ztg. 1842. p. 324; 1843. p. 441 u. p. 545; 1852. p. 481; 1855. p. 153, 170; 1859. p. 282, 440. — LE BLANC, Eisenh. II, 107; IV, 51, 69. — VALERIUS, Handb. d. Stabeisenfabr. Deutsch v. HARTMANN. Freiberg bei Engelhardt, 1845. p. 213. — LE PLAY, Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich führen zu können. Deutsch v. HARTMANN. Freiberg bei Engelhardt, 1854. — TUNNER's Jahrb. 1854. p. 210. — Oester. Ztg. 1853. p. 62, 197.

1) B. u. h. Ztg. 1854. p. 22.

2) B. u. h. Ztg. 1849. No. 6; 1851, p. 469; 1852, p. 610. — LE BLANC, Eisenh. IV, 71.

3) Bgwfd. VIII, 235.

dungen, dass 1 Klafter Eichenholz, = 108 Cubikfuss, ebensoviel leistet als:

1,04599 Klafter halb Eichen-, halb Kiefernholz.
1,12469 „ Saalflossholz.
1,14949 „ Kiefern.
8,49839 Schock Wellen à 30,625 Cbkfss.
3,49839 Tonnen Löbejüner Steinkohlen à 12288 Cbkzll.
4,19996 „ Wettiner „ „ „ „
13,73767 „ Riestädter Braunkohlen in Stücken.
18,73799 „ trockene Voigtstädter Braunkohlen in St.
18,96319 „ gemischte „ „ „
19,01323 „ gewöhnliche „ „ „

3) Nach KARMARSCH[1]) wirken 1000 Cubikfuss Fichtenholz = 650 Buchen- oder Föhren- = 680 Birken- und 900 Erlenholz; oder 1 Klafter Fichtenholz von 2600 Pfd. Gewicht und 144 Cubikfuss, welches nach Abrechnung der nahe zu $1/3$ anzunehmenden Zwischenräume 100 Cubikfuss wirkliche Holzmasse enthält, = $2/3$ Klafter Buchen- oder Birken- = $7/8$ Klafter Föhren- = 1 Klftr. Erlenholz. 1 Pfd. Holz verdampft durchschnittlich 3,5356 Pfd. Wasser.

4) Nach LANDET[2]) ergibt sich der Werth der dem Volumen nach angekauften Brennmaterialien aus dem Producte ihres absoluten Wärmeeffectes (ihrer Erwärmungskraft) und des Gewichtes einer gewissen Masseinheit.

Diese beiden Factoren haben bei den verschiedenen Brennmaterialien folgende Werthe:

	Erwärmungskraft.	Gewicht 1 Cubikmeters in Kilogr.
Steineiche (Scheitholz)	10000	380
Rothbuche (Scheitholz)	9941	380
Eiche, beide Varietäten gemischt (Scheitholz)	9763	371
Weissbuche (Scheitholz)	9490	370

1) Mittheilungen des Gew.-Ver. f. d. Königr. Hann. 1835, p. 314; 1853, p. 213, 277.
2) Polyt. Centr. 1854. p. 531.

	Erwärmungskraft.	Gewicht 1 Cubikmeters in Kilogr.
Stieleiche (Scheitholz)	9448	359
Birke (Scheitholz)	9392	338
Weissbuche (Scheite und Stöcke gemischt) .	9260	381
Birke (Scheite und Stöcke gemischt) . .	9224	332
Birke (Stöcke)	8836	318
Tanne (Stöcke)	8587	312
Eiche (beide Varietäten gemischt) . .	8342	317
Rothbuche (Stöcke)	8214	314
Erle (Scheitholz)	8127	293
Erle (Scheite und Stöcke gemischt) . .	8070	291
Weissbuche (Stöcke)	8030	313
Rothbuche (Aeste)	7953	304
Tanne (Aeste)	7898	287
Erle (Stöcke)	7849	283
Fichte (Stöcke)	7808	283
Fichte (Aeste)	7752	281
Weissbuche (Aeste)	7644	298
Tanne (Scheitholz)	7624	377
Weide (Scheite und Stöcke gemischt) . .	7584	285
Birke (Aeste)	7473	269
Weide (Aeste)	7344	276
Espe (Scheite und Stöcke)	7290	273
Eiche (beide Varietäten gemischt) . .	7288	277
Fichte (Scheitholz)	7064	256
Holzkohle	7000	
Torf bei 100° getrocknet	4800	
Torf mit 20% Wassergehalt . . .	3600	
Torfkohle	5800	
Mittlere Steinkohle	7500	
„ „ mit 15% Asche . .	6000	
Holz bei 100° getrocknet	3600	

In der Industrie ist die Nutzleistung der Hölzer nicht immer ihrer Erwärmungskraft proportional, indem beispielsweise beim Erhitzen eines Kessels und beim Verdampfen des darin enthaltenen Wassers diejenigen die vortheilhafte-

sten sind, welche die meiste Flamme geben. In dieser Rücksicht stehen die Hölzer in folgender Ordnung:

Maulbeerbaum . .	100	Birke	68
Kiefer	89	Tanne	63
Rothbuche und Esche	87	Akazie	59
Weissbuche . .	85	Linde	55
Elsbeerbaum . .	82	Espe	51
Steineiche . . .	75	Erle	46
Lärche und Ulme .	72	Weide	40
Sommereiche . .	70	Italien. Pappel . .	39

Bei Zugrundelegung obiger Zahlen lässt sich der Werth der Brennmaterialien ermitteln, wie aus folgendem Beispiele hervorgeht.

Das Cubikmeter Holz der Sommereiche koste 7 Frcs., es soll der Werth der Rothbuche (Aeste) ermittelt werden.

Da die Verhältnisszahl der Erwärmungskraft der Eiche 9448, die der Rothbuche 7953 und das Gewicht eines Cubikmeters derselben resp. 359 und 304 ist, so stehen die Werthe beider Hölzer in dem Verhältnisse von

$$9448 \,.\, 359 : 7953 \,.\, 304 = 3391832 : 2427712,$$

und wird somit 1 Cubikmeter Buchenholz werth sein

$$\frac{2427712 \,.\, 7}{3391832} = 5 \text{ Fr. } 1 \text{ Cent.}$$

5) Nach Petot [1]) gelten folgende Erfahrungssätze: Wird beim Verbrennen guten trocknen Holzes, so wie der daraus entwickelten Gase aller Sauerstoff der Verbrennungsluft absorbirt, so entsteht eine Wärme von 1683° C., und wenn nur die Hälfte Sauerstoff verbraucht wird, von 960° C.; frisch geschlagenes Holz gibt unter gleichen Umständen resp. 1337 und 820° C.; Holz 1 Jahr lang an der Luft getrocknet resp. 1534 und 909° C.

Nach Scheerer gibt lufttrocknes Holz beim Verbrennen höchstens 1750° C., während bei kleingespaltenem, gedarrtem Holze der pyrometrische Wärmeeffect auf 1850—1950° C. steigt. Nach Le Play gibt reiner Holzstoff eine Tempera-

1) Berthier, met. analyt. Ch. I, 240.

tur von 1700° C., Holz mit 40% Wasser 1380° C. und mit 82% Wasser 1120° C.

6) Das Strahlungsvermögen des Holzes ist verschieden nach der davon vorhandenen grösseren oder geringeren Menge. Bei kleinen Stücken beträgt die strahlende Wärme ziemlich constant $^1/_3$ der durch die Gasarten fortgerissenen und $^1/_4$ von der ganzen entwickelten Wärmemenge, bei Holzkohle und Steinkohle $^1/_2$ und bei Torf und Torfkohle $^5/_{12}$.

7) Nach den neuesten und sehr genauen Versuchen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen (von Brix) verdampfen die verschiedenen Holzsorten bei guten Feuerungsvorrichtungen im Grossen folgende Quantitäten Wasser [1]:

	Wassergehalt	Aschengehalt des ungetr. Materials	Aschengehalt des trocknen Materials	Gewicht 1 Klafters =108 Cbfss. in Pfunden	Durch 1 Pfd. Brennmaterial werden in Dampf von 88—92° C. verwandelt Pfd. Wasser von 0° R.: Ungetr. Holz	Getr. Holz
	%	%	%			
Altes Kiefernholz . . .	16,1	1,92	2,29	2650	4,13	5,11
Junges " . . .	19,3	1,73	2,15	2500	3,62	4,77
" " trockner	15,6	0,46	0,55	2500	3,69	4,55
Ellernholz	14,7	0,95	1,11	2335	3,84	4,67
Birkenholz	12,3	1,00	1,14	2780	3,72	4,39
Eichenholz	18,7	1,13	1,39	3125	3,54	4,60
Rothbuchenholz altes . .	22,2	1,43	1,84	3100	3,39	4,63
" jüngeres	14,3	1,39	1,62	3100	3,49	4,25
Weissbuchenholz. . . .	12,5	2,17	2,48	3100	3,62	4,28

8) Grobner [2]) fand bei Vergleichung der Brennkraft der vorzüglichsten Hölzer in Beziehung auf die Wirkungen des 120jährigen Buchenholzes, dass ein Wien. Klafter Buchenscheitholz mit 78 Cubikfuss solider Holzmasse, d. h. ein Klafter 3schuhiger Scheite, im Gewichte von 30,5 Ctnr.

1) Brix, Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigsten Brennstoffe des Preuss. Staats. Berlin 1853. — Mitthl. des Gew.-Ver. für das Königr. Hann. 1853. p. 207. — Berggeist No. 15 u. 68 de 1859.

2) Oester. Zeitschr. 1853. p. 246.

gleich ist 1,3 Klafter Tannenscheitholz, 13 Centner Leobener oder Pilsener Braunkohlen, 21—22 Centner oberösterr. oder baier. Torf, 28 Centner mährischem Torf und 26 Centner Loheziegeln.

Zweck der Holzverkohlung.

§. 46. Holzkohlen. Mit der Verkohlung des Holzes bezweckt man, sich der die Hitze absorbirenden Bestandtheile zu entledigen und den Kohlenstoff, welcher einen bedeutenden pyrometrischen Wärmeeffect gibt, zu concentriren. Diese die Hitze absorbirenden Bestandtheile sind das hygroskopische Wasser und der im Holze enthaltene Sauerstoff, welcher beim Verbrennen des Holzes die Bildung von so viel Wasser verursacht, dass die Hitze dadurch bedeutend herabgestimmt wird.

Arten der Verkohlung.

Die Verkohlung geschieht entweder bei beschränktem Zutritt der Luft unter beweglichen Decken (in Meilern, und zwar in stehenden [italienischen] oder liegenden Meilern [1]) und in Haufen) [2]), oder unter unbeweglichen Decken (in Meileröfen und Gruben) [3]), oder ganz bei Abschluss von Luft (in Retorten, Röhren oder Cylindern) [4]), zuweilen mittelst erhitzter Luft, oder mit

1) v. Berg, Anleitung zum Verkohlen des Holzes. 2. Aufl. Darmstadt 1860. — Meyer, Berechnung der Kohlenmeiler. 1833. — Freitag, die Holzköhlerei besonders in der Grafschaft Stolberg. Wernigerode 1831. — Mayerhofer, über die Verkohlung mit Gebläseluft. B. u. h. Ztg. II, 20. — Af Uhr, Anleitung zur vortheilhaften Verkohlung des Holzes in stehenden und liegenden Meilern. Aus dem Schwed. übersetzt v. Blumhof. Giessen 1820. Dingl. VII, 264; XXIV, 280; XXVII, 404; XXXVIII, 463; LII, 320; LXI, 237; LXII, 387; LXVIII, 209. — Köhlerei zu Elend am Harze, Stud. d. Gött. Ver. III, 65; zu Rheinhardswalde, IV, 59. — Sächsische Köhlerei, Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. VII, 47; VIII, 137; IX, 430. — Italien. Methode: Ann. des min. 3. sér. XI, 351. — Dietrich, über Verkohlung des Holzes in stehenden Meilern. 1847. — Klein, desgl. 1836. — Scheerer, Met. I, 211. — — Plattner, Vorlesungen über allgem. Hüttenkunde. p. 61.

2) Af Uhr, deutsch von Blumhof. Giessen 1820.

3) Kavanko, die chines. Holzverkohlung in Gruben. Bgwfd. IV, 552. B. u. h. Ztg. 1842. p. 288.

4) Bgwfd. IV, 497. — Dingl., LXX, 236. — Lampad., Fortschr. 1839. p. 31. — Amerikan. Verfahren, Polyt. Centr. 1858. p. 326. Dingl. CVIII, 20. CXLVII, 218.

Gichtgasen [1]), oder Wasserdämpfen [2]), oder mit Anwendung von Gebläseluft. [3])

Die Holzverkohlung bei Zutritt von Luft liefert weniger Kohlen und lässt die Auffangung der flüchtigen Verkohlungsproducte [4]) (Holzessig, Theer) nur in geringem Masse zu, wird jedoch zur Darstellung von Kohlen zu metallurgischen Zwecken meist angewandt; geschlossene Oefen geben zwar eine grössere Ausbeute an Kohlen und gestatten die Auffangung der flüchtigen Verkohlungsproducte, erfordern aber einen nicht unbedeutenden Aufwand eines eigenen Brennmaterials zur Hervorbringung der Verkohlungstemperatur, fassen verhältnissmässig nur geringe Quantitäten Holz und liefern leichte, wegen ihres grossen Gehalts an flüchtigen Substanzen leicht verbrennliche Kohlen.

Ueber die chemischen Vorgänge beim Verkohlen des Holzes haben in neuerer Zeit besonders EBELMEN [5]) und VIOLETTE [6]) ausgezeichnete Arbeiten geliefert.

Kohlenausbringen

Das Ausbringen [7]) an Kohlen in Meilern beträgt je nach der Temperatur und der Schnelligkeit des Verkohlens nach KARSTEN 25—27% dem Gewichte und höchstens 80% dem Vol. nach, der wirklichen Masse nach aber bis 65%. Beim Verkohlen schwindet das Holz in der Länge 10—12%. [8])

Nach TUNNER [9]) beträgt das Schwinden in der Länge

1) DINGL., LXIV, 392. — Ann. d. min. 3. sér. IX, 173. — B. u. h. Ztg. 1842. p. 266 u. 288.
2) Bgwfd. VII, 410. — B. u. h. Ztg. 1844. p. 43. — DINGL., LXXXVIII, 347. — Polyt. Centr. 1849. p. 538.
3) B. u. h. Ztg. 1843. p. 20.
4) WEEKE, Tabelle über die Producte der Destillation des Holzes. DINGL., XXXI, 473. — Holzessiggewinnung aus Meilern zu Freiberg und am Harz. LAMP., Fortschr. 1839. p. 30. — Polyt. Centr. 1851, p. 1282; 1853, p. 317, 1016, 1515.
5) Bgwfd. VII, 209; X, 161; B. u. h. Ztg. III, 505.
6) DINGL., CXXIII, 117. Polyt. Centr. 1852. p. 355; 1854. p. 361.
7) DINGL., XXXV, 396; Bgwfd. III, 1,433; ERDM., J. f. ök. u. techn. Ch. VIII, 137; LAMP., Fortschr. 1839, p. 27; Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann. 1829. p. 146. WENIGER, der practische Schmelzmeister. Carlsbad 1851. p. 36.
8) Bgwfd. III, 433.
9) TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. I. 27.

8—10%, im Durchmesser etwa eben so viel, daher im Ganzen 15—25%. Bei gut gelungener Meilerverkohlung in Turrach betrug das Kohlenausbringen an wirklicher Kohlenmasse von der wirklichen Holzmasse 60—65%, dazu 25% Schwindmass, beträgt das Kohlenausbringen 85—90% dem Volum nach. Zur Erzeugung der nöthigen Verkohlungshitze wurden 10—15% Holz verbrannt. Dem Gewichte nach betrug das Ausbringen von ziemlich feuchten Dreilingen auf lufttrockne Kohlen bezogen 23—27%, während KARSTEN das Ausbringen von lufttrocknem Holze in der Retorte im günstigsten Falle mit 25—27% angibt, ohne Anrechnung des zur Erhitzung der Retorte verbrannten Holzes.

Nach Anderen [1]) werden bei einer guten Meilerverkohlung 60—75% und bei der Verkohlung in verschlossenen Räumen gegen 80% an Kohle dem wirklichen Volumen nach ausgebracht.

Die stehenden Meiler auf dem Harze von 50—70 Mltr. (4000—6000 Cubikf.) Inhalt geben durchschnittlich folgendes Ausbringen: Bei Buchenscheitholz dem Gewichte nach 20—22%, dem Volumen nach 50—54,5%; bei Fichtenscheitholz: dem Gewichte nach 23—25%, dem Volumen nach 60—72,5%; bei Fichtenstockholz: dem Gewichte nach 21—25%, dem Volumen nach 50—65,3%; bei Fichtenknüppelholz: dem Gewichte nach 20—23,6%, dem Volumen nach 41,7—50,0%; bei Astholz: dem Gewichte nach 19—22%, dem Volumen nach 38—48%. Zu einem Karren Kohlen = 10 Mass à 10 hann. Cubikfuss gehen $2^1/_4$ Mltr. à 80 Cubikfuss Fichtenbaumholz, $2^1/_2$ Mltr. Buchenbaumholz, 3 Mltr. Fichtenstuckenholz und 4 Mltr. Eichen- und Buchenknüppelholz.

Die Abweichungen in den Angaben über das Kohlenausbringen haben ihren Grund grösstentheils in der Schwierigkeit der Bestimmung des richtigen cubischen Inhaltes, dem Alter und Feuchtigkeitszustand des Holzes, sowie dem beim Verkohlen angewandten Hitzgrade. Bei rascher Verkohlung und hochgesteigerter Temperatur gewinnt man z. B. nur

1) Bgwfd. III, 1.

12—16, bei langsam steigender Temperatur 24—28% Kohle. Dies hat seinen Grund darin, dass bei rasch gesteigerter Hitze das dampfförmig gewordene Wasser einen Theil Kohlenstoff unter Bildung von Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas (p. 175) vergast, während bei langsam steigender Temperatur das Wasser schon grösstentheils entfernt ist, wenn die Verkohlung eintritt. Das beste Kohlenausbringen findet demnach dann statt, wenn man eine niedrige, gegen das Ende allmälig gesteigerte Hitze anwendet. — VIOLETTE erhielt bei der Verkohlung verschiedener Holzarten bei gleicher Temperatur 30—45% Kohle, wonach auf das Ausbringen auch die Natur des Holzes von Einfluss ist.

Arten v. Kohlen

Der Grösse nach theilt man die Meilerkohlen in:

1) Stück-, Grob-, Lese- oder Ziehkohlen, die grössten und dichtesten Stücke.

2) Schmiedekohlen, dichte Stücke, aber nur von Faustgrösse.

3) Quandelkohlen, aus der Nähe des Quandels, kleine undichte Stücke.

4) Kohlenklein, Grösekohlen, Lösche, Kläre, ganz kleine Stücke bis Staub. [1]

5) Brände, rohe oder rothe Kohle, unvollständig verkohlte Stücke, die wieder zur Verkohlung kommen.

Man stellt die Rothkohlen für manche Zwecke absichtlich dar. [2]

Nach Beschaffenheit der angewandten Hölzer zerfallen die Kohlen in harte und weiche, deren Werth für den Hüttenmann meist im Verhältnisse ihres Gewichtes steht.

Eigensch. der Kol.

Gute Holzkohlen sind bläulich schwarzglänzend, haben einen muschligen Bruch und bei einem verringerten Volumen die Form und Structur des Holzes [3]), klingen beim Anschla-

1) Kohlenlösch mit Lehmwasser angefeuchtet und getrocknet als Brennmaterial. Polyt. Centr. 1849. p. 532. — Anwendung von Kohlenstaub zum Hohofenbetrieb. Bgwfd. X, 535. — Darstellung von brennbar. Gasen aus Kohlenlösche. B. u. h. Ztg. 1852. p. 611. — LE BLANC, Eisenh. IV, 71.

2) DINGL., LXVIII, 209; LXIX, 396; CIX, 137; CX, 189. — Bgwfd. I, 468. — ERDM., J. f. pr. Ch. VI, 223. — Ann. d. min. 3 sér. XIII, 487; XVI, 657; — HAUSM., Stud. IV, 388.

3) HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. p. 86.

gen, färben wenig oder gar nicht ab, verbrennen ruhig ohne Rauch und in kleinen Stücken ohne Flamme. Grössere Stücke brennen anfangs mit ein wenig leuchtender Flamme in Folge der ausgetriebenen flüchtigen, brennbaren Substanzen in den Poren. Dichtere frische Kohlen, namentlich Lärchenkohlen, haben die üble Eigenschaft, bei raschem Erhitzen unter Geprassel zu zerspringen und viel Kohlenklein zu geben; Kohlen aus sehr porösem, jungem oder wohl gar morschem Holze sind zu locker und besitzen wenig Heizkraft. Halbverkohlte Stücke (Bränder, Brandkohle, füchsige Kohle, Rothkohle) färben zwar auch nicht ab und haben einen muschligen Bruch und Glanz, erscheinen aber im Längenbruch röthlich, klingen nicht, sind schwerer als gute Kohlen und verbrennen mit um so mehr Flamme, je roher die Kohle ist. Eine Beimengung von Sand, Erde und Steinen in den Kohlen kann z. B. beim Frischprozess schädlich wirken. Man beseitigt denselben bei der sogenannten LANCASHIRE-Frischmethode wohl dadurch, dass die Kohlen unmittelbar vor der Anwendung in einem tiefen Bassin mit Wasser umgerührt werden.

Die Holzkohlen besitzen mehr oder weniger Sprünge nach allen Richtungen, am häufigsten in Radien vom Mittelpuncte aus, und zwar weiche Holzkohlen mehr, als harte. Die Sprünge erschweren die Ausmittelung des Schwindens beim Verkohlen.

Zerreiblichkeit.

Selbst die festesten Kohlen sind zerreiblich, weshalb man ihr Aufstürzen zu hohen Haufen möglichst vermeiden muss. Man nimmt den Kohleneinrieb in hohen Abstürzen zu etwa 11% dem Volumen nach an. In Wirklichkeit ist derselbe nicht so bedeutend, weil sich die abgeriebenen Kohlen im Kohlenmasse dichter an einander legen, als die scharfkantigen Stücke, beträgt jedoch immerhin 5%.

Entzündlichkeit.

Die Holzkohlen sind schwerer entzündlich, als Holz (man nennt die am schwersten entzündlichen Kohlen „schwere"), und zwar um so mehr, je dichter sie sind. Dieselben entzünden sich nach BERTHIER bei 240° C., nach REICH Fichtenkohlen bei 280° C. und nach VIOLETTE bei 370° C.

Die angezündeten Kohlen glühen längere oder kürzere

Zeit, und zwar um so kürzer, je höher die Temperatur bei ihrer Verkohlung war. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Kohlen wächst mit der Temperatur ihrer Verkohlung.

Absorpt von Ga[illegible]

Frisch bereitete Kohlen ziehen aus der Atmosphäre Luft und Feuchtigkeit an, so dass sich ihr Gewicht beim Aufbewahren in Schuppen um 8—15° vermehrt, und zwar nehmen sehr lockere, wie sehr dichte Kohlen weniger an Gewicht zu, als solche von mittlerer Dichtigkeit. Frisch gezogene Kohlen zerspringen stark im Feuer, verbrennen rasch, verzögern z. B. beim Frischen des Roheisens in Herden das Frischen und befördern trockene, sengende Schweisshitzen. Müssen solche Kohlen angewandt werden, so befeuchtet man sie zuvor mit Wasser. Die Erscheinung, dass abgelagerte, längere Zeit in Schuppen trocken aufbewahrte Kohlen [1]) z. B. in Frischfeuern, bessere Dienste leisten, als ebengeförderte, hat darin ihren Grund, dass dieselben aus der Atmosphäre hauptsächlich Sauerstoff und weniger Stickstoff aufnehmen.

Nach VIOLETTE absorbiren die Holzkohlen um so weniger Gase und Feuchtigkeit aus der Luft, bei je höherer Temperatur sie verkohlt sind, z. B.

Kohlen bereitet bei:	Absorbiren:
150° C.	21%
250° „	7 „
350° „	6 „
450° „	4 „
1500° „	2 „

In Pulverform nehmen die Kohlen zweimal mehr Wasser auf, als in Stücken.

Liegen die Kohlen bei ihrer Aufbewahrung auf einem feuchten Boden oder kommen sie mit Wasser in Berührung, so können sie um das Mehrfache ihres eigenen Gewichtes schwerer werden. Solche ersoffenen oder ertränkten Kohlen verbrennen langsam und mit geringer Hitzentwick-

1) WERLISCH im Bgwfd. III, 513. — SCHEERER, Met. I. 522. — TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. I, 28.

lung. Ihr Wassergehalt lässt sich schwer wieder hinreichend entfernen.

Müssen die Kohlen im Freien aufbewahrt werden, so stürzt man sie auf einem erhabenen Platze zu pyramidalen Haufen auf und gleicht die Oberfläche mit grossen Stücken ab, um das Eindringen des Regens in den Haufen zu verhindern.

Specifisches Gewicht.

Nimmt man nach VIOLETTE das specifische Gewicht des Wassers = 1000 an, so ist die Dichtigkeit aller in Pulver verwandelten Holzkohlenarten dieselbe, und grösser, als die des Wassers, ungefähr 1520. Je nach der Temperatur beim Verkohlen besitzen die Kohlen ein verschiedenes specifisches Gewicht:

Verkohlungstemperatur.	Specifisches Gewicht.
150—270° C.	1400—1500
1500° C.	2000

Nach RUMFORD ist das specifische Gewicht der Holzkohlen von dem specifischen Gewicht des Holzes, woraus sie bereitet werden, abhängig, so dass das specifisch leichtere Holz auch eine specifisch leichtere Kohle gibt. HASSENFRATZ's und WERTHER's [1]) Versuche haben indessen ergeben, dass die Kohlen von weichen Hölzern zum Theil schwerer sind, als die von harten.

STORCH [2]) nimmt das specifische Gewicht der Kohlen als Massstab für ihre Qualität an.

Die dichteren Holzkohlen enthalten bei gleichem Volumen mehr Kohlenstoff, als die leichteren, und bringen deshalb bei Anwendung gleicher Volumina eine grössere Wirkung hervor, wenn zu ihrer Verbrennung eine hinreichende Windpressung vorhanden ist. Bedarf man keiner sehr hohen Temperatur, so können leichtere Kohlen, bei geringerer Windpressung verbrannt, in ökonomischer Hinsicht einen besseren Effect geben, als dichtere, z. B. in Frischfeuern.

Zusammensetzung der Kohlen.

Nach VIOLETTE [3]) haben die Kohlen der bei gleicher

1) ERDM., J. f. pr. Ch. LXI, 21; Polyt. Centr. 1854. p. 248.
2) Polyt. Centr. 1847. p. 295.
3) DINGL., CX, 189; CXXI, 102; CXXIII, 117, 132, 185, 291. — B.

Temperatur verkohlten Holzarten nicht dieselbe Elementarzusammensetzung, indem z. B. der Kohlenstoffgehalt bei Untersuchung von 72 Kohlenarten um 15 % schwankte. Es hängt mithin die Zusammensetzung der Kohlen nicht allein von der Verkohlungstemperatur, sondern auch von der Natur des Holzes ab. Es bestehen selbst beim Schmelzpuncte des Platins erzeugte Kohlen nicht aus reinem Kohlenstoff, sondern aus:

Kohlenstoff	96,517
Wasserstoff	0,623
Sauerstoff	0,936
Asche und Verlust	1,946

Die Zusammensetzung der Fichtenkohle unmittelbar nach der Verkohlung, welche bei der Antimon-Schmelztemperatur ausgeführt wurde, ist folgende:

Kohlenstoff	81,97
Wasserstoff	961,
Sauerstoff	15,25
Asche	1,16

Nimmt man an, dass die Kohlen beim Liegen an der Luft 16 % Feuchtigkeit und Luft absorbiren, so ändert sich ihre Zusammensetzung um in:

Kohlenstoff	70,45
Wasserstoff	1,68
Sauerstoff	13,10
Asche	1,00
Luft und Feuchtigkeit	13,76

Gewöhnliche Holzkohlen enthalten durchschnittlich 3 % Asche und im gelagerten Zustande 10—20 %, durchschnittlich 12 % hygroskopisches Wasser.

Wärmeeffect der Kohlen.

Der Wärmeeffect und das specifische Gewicht[1]) verschiedener Holzkohlen ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

---

u. h. Ztg. 1852, p. 254. — Kahl, Zusammensetzung der bei verschiedenen Temperaturen erzeugten Kohlen in: Erdm., J. f. pr. Ch. Bd. 67. p. 385.

1) Bgwfd. XI, 214; Polyt. Centr. 1847. p. 295. Dingl., XIV, 135; XVIII, 377.

	Wärmeeffect C=1 Absol.	Wärmeeffect C=1 Specif.	Wärmeeffect C=1 Pyrom.	1 Gewichttheil Kohle reducirt Blei	1 Gewthl. Kohle erwärmt Wasser von 0–100° C.	Specif. Gew.
Schwarzkohle völlig trocken mit 3% Asche	0,97	—	2450	—		—
Schwarzkohle lufttr. mit 3% Asche und 12% hygr. Wasser	0,84	—	2365	—		—
Birkenkohle völlig trocken mit 3% Asche	—	0,20	—	33,71	Im Durchschnitt 75,7 Theile	0,203
Eschenkohle " " " " "	—	0,19	—	—		0,200
Rothbuchenkohle " " " " "	—	0,18	—	33,57		0,187
Rothtannenkohle " " " " "	—	0,17	—	33,51		0,176
Ahornkohle " " " " "	—	0,16	—	—		0,164
Eichenkohle " " " " "	—	0,15	—	33,74		0,155
Erlenkohle " " " " "	—	0,13	—	32,4		0,134
Lindenkohle " " " " "	—	0,10	—	32,79		0,106
Fichtenkohle " " " " "	—	—	—	33,53		—
Weidenkohle " " " " "	—	—	—	33,49		—
Völlig trockene Rothkohle	—	—	2260	—		
Rothkohle mit 10% Feuchtigkeit	—	—	2190	—		

Nach dieser Tabelle steht bei wasserfreien Holzk[illegible] der specifische Wärmeeffect im geraden Verhältniss zu [illegible] specifischen Gewichten und ist geringer, als der der[illegible] sprechenden Hölzer, und zwar ist die Differenz um so grö[illegible] je mehr das Holz beim Verkohlen schwindet. [1])

Practische Erfahrungen.

In der Praxis haben sich in Betreff der Leistunge[illegible] Holzkohlen folgende Erfahrungen herausgestellt:

1) Bei gleichem Volumen erzeugen harte Kohlen [illegible] Hitze als weiche; gewöhnlich rechnet man 1 Mass [illegible] Kohlen = $1\frac{1}{2}$ Mass weichen; bei gleichem absoluten [illegible] wichte differiren die Heizeffecte beider wenig, wenn s[illegible] die weichen gewöhnlich mehr Wirkung hervorbringen, [illegible] dem sie poröser sind und leichter verbrennen.

2) Bei gleichem Gewichte besitzt die Holzkohle

1) Winkler, über den relativen Werth verschiedener Hölze[illegible] Holzkohlen. Erdm., J. f. pr. Ch., XVII, 65. Deville, üb[illegible] Hitze, die bei Verbrennung der Kohlen in der Luft ents[illegible] kann. Polyt. Centr. 1853. p. 694. Erdm., J. f. pr. Ch., LVII[illegible]

mehr als doppelt so grosses Heizvermögen als das Holz; bei gleichem Volumen ist der Unterschied weniger gross, indessen immer ansehnlich.

3) Nach KARSTEN wirken beim Eisenhohofenbetriebe mit erhitzter Luft

100 Vol. Holzkohlen = 40 Vol. Cokes,
100 Pfd. „ = 125 Pfd. „

beim Umschmelzen des Roheisens im Cupoloofen

100 Vol. Holzkohlen = $22^1/_4$ Vol. Cokes,
100 Pfd. „ = $83^1/_3$ Pfd. „

4) FYFE über die verdampfende Kraft verschiedener Kohlen, ERDM. J. f. pr. Ch. XXVI, 192. — Leistung der Holzkohlen gegen Cokes beim Freiberger Bleischmelzen, Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann. 1831. p. 142. Ersetzung der Holzkohlen durch Torf beim Glättfrischen, ibid. 1840. p. 86.

5) Bei Mitrechnung der Zwischenräume wiegt nach KLAPP 1 hess. Cubikfuss Buchenkohle aus Scheitholz 8 bis 9 Pfd.; desgl. aus Knüppelholz 7—7,5 Pfd., Kohle von Eichenscheitholz 7—8 Pfd., von Knüppelholz 6—6,5 Pfd., von den weichen Hölzern 4,5—5,5 Pfd., von Nadelholz 5,5—7 Pfd. hess. Auf den Oberharzer Hütten ist 1 hann. Cubikfuss harte Kohlen = 10—$10^1/_2$ Pfd., weiche = 6 bis $6^1/_2$ Pfd. hann. Eine preuss. Tonne Kiefernkohlen = 3 Scheffel = 7,111 Cubikf. = 64 Pfd.

Nach KARSTEN wiegt incl. der Zwischenräume 1 Cubikfuss Kiefernkohlen 11—11,6 preuss. Pfd., Eichen- und Buchenkohlen gemengt 14—15 Pfd. Nach Bergwerksfreund IX, 154 wiegt 1 Cubikf. Fichtenkohle = 7—$8^1/_2$ Pfd., Tannenkohle 7—9 Pfd., Lerchenkohle 8—$9^1/_2$ Pfd., Birkenkohle 8—10 Pfd., Föhrenkohle $8^1/_2$—10 Pfd., Buchenkohle 11 bis 13 Pfd., Eichenkohle 12—15 Pfd.

6) Nach KARMARSCH [1]) verdampft 1 Pfd. hannov. Buchenkohle 118 Loth Wasser bei Versuchen im Kleinen. Nach den vorhandenen Erfahrungen beträgt die ganze beim Verbrennen von 1 Pfd. Kohle entwickelte Wärme so viel, als

1) Mitthlgn. des Gew. Ver. f. d. Königr. Hann. 1835. p. 313.

nöthig ist, um 13 Pfd. = 416 Loth Wasser von 18° R. zu verdampfen; mithin ist wenig über $^1/_4$ der erzeugten Wärme hier wirklich benutzt worden. Bei einer im Grossen gut angelegten und aufmerksam geleiteten Kesselfeuerung kann man den Wärmeverlust durchschnittlich auf $^1/_6$ — $^1/_5$ anschlagen, wonach 1 Pfd. Holzkohle $10^1/_2$ Pfd. = 336 Loth Wasser wirklich verdampft.

7) Nach den Versuchen des Vereins zur Beförderung der Gewerbthätigkeit im Königreich Preussen[1]) verwandelt 1 Pfd. Kiefernholzkohle mit 10,5 % Wasser und 2,70 % Asche durchschnittlich 6,78 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R. und bei 3,02 % Aschengehalt und völliger Austrocknung 7,59 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88 bis 92° R.

Torfbildung.

§. 47. Torf. Der Torf[2]) erzeugt sich noch jetzt vor unsern Augen durch Vermodern und Verwesen der beim Wechsel der Jahreszeiten in stagnirenden Gewässern absterbenden und zu Boden sinkenden Pflanzen. Je weiter diese Zersetzungsprozesse vorschreiten, desto mehr wird der Kohlenstoffgehalt im Torfe angereichert, desto dunkler wird seine Farbe und desto mehr verliert sich die ursprüngliche Textur der Pflanzen. Die verschiedenen Abänderungen des Torfes gehen ganz in einander über, und zwar von einer losen filzartigen Masse (Moos- oder Rasentorf) bis in eine dichte feste Substanz (Pechtorf), der häufig, unter Wasser stehend, einen Brei bildet, welcher als Schlamm-, Bagger- oder Dragtorf bezeichnet wird. Die Heizkraft dieser letzteren Sorten ist sehr beträchtlich und übertrifft im lufttrocknen

1) Mitthlgn. des Gew. Ver. für das Königr. Hann. 1853. p. 207.
2) Torfliteratur in: Zerrenner's met. Gasfeuerung. p. 165 und in dem Berichte über die erste allgem. Versammlung von Berg- und Hüttenmänn. in Wien. 1859 S. 95. — Moser, Torfbetrieb u. Torfbenutzung aus eigenen Erfahrungen dargestellt. 1840. — Mayer, der Torf in seiner Wichtigkeit für Deutschland. 1841. — Papius, die Lehre vom Torfe. 1845. — Döhla, kurze practische Anleitung über Torf etc. 1837. — Wieck, Torfbüchlein. 1839. Ueber Vorkommendes Torfes siehe: Viebahn, Statistik des zollvereintl. u. nördl. Deutschlands. Berlin bei Reimer. p. 720. — Leo, das gesammte Torfwesen. 1860. — Bgwfd. I, 313; II, 450; IV, 193. Dingl., XXXIV,

Zustande dem Gewichte nach selbst viele Abänderungen der Braunkohle.

Nach dem Alter lässt sich der Torf nach KARMARSCH [1]) eintheilen in:

Torfarten.

1) jungen Torf mit entschieden hervortretender organischer Structur, von weisser, gelber, brauner oder schwarzer Farbe (Faser-, Wurzel-, Blätter-, Papier- Rasen-, Moortorf);

2) alten Torf mit dunkelbrauner bis pechschwarzer Farbe, fast ohne Spuren von organischer Textur, selten mit Einschlüssen von schwerzerstörbaren holzigen Theilen, und zwar: Erdtorf mit erdiger Bruchfläche und Speck- oder Pechtorf mit muschligem Bruche.

Qualität der Torfarten.

Die Qualität dieser einzelnen Torfsorten ergibt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung:

Torfarten	1 Cubikf. hannöv. wiegt Pfd. alte hann.	Specifisches Gewicht.	1 Pfd. verdampft Wasser Loth	1 Cubikfuss verdampft Wasser Pfd.	Aschengehalt %
Weisser und gelber Torf (Rasendorf)	6—14	0,113—0,263	49—61	11,28—23,87	0,5—14
Brauner u. schwarzer Torf (Faser-, Wurzel-, Blätter- und Holztorf)	13—36	0,24—0,676	52—73	23—67	0,5—14
Erdtorf	22—48	0,41—0,90	53—72	57—58	1,25—30
Pechtorf.	33—55	0,62—1,03	58—73	57—59	1—8

Multiplicirt man die in der dritten Spalte aufgeführten, mittelst eines kleinen, einfachen Kesselapparates gefundenen

75. ERDM., J. f. pr. Ch., IV, 8; VI, 217; VIII, 459; XIII, 160; XIV, 408; XVI, 486, 244; XVII, 16; XVIII, 344; XXIV, 274, 408. KARST., Arch. XI, 379. Ueber Gewinnung und Benutzung des Torfs in Baiern. München, bei Wolf. 1839. WALLAND, über Torf, dessen Gewinnung, Trocknung und Verkohlung. VOGEL, der Torf, seine Natur und Bedeutung. München 1859. B. u. h. Ztg. 1854. p. 43; 1857. p. 195; 1858. p. 269. 249, 379. Polyt. Centr. 1855 p. 1112, No. 18 u. 21. Sächs. Bergwerksztg. 1854. No. 1. TUNNER's Leob. Jahrb. 1860. S. 334.

1) Mitthlgn. des Gew. Ver. f. d. Königr. Hann. 1835. p. 311; 1840. p. 56; 1853. p. 211 u. 273.

Heizwerthe mit $2^1/_4$ und dividirt das Product durch 1,1932, so ergibt dies die Wassermenge von 0° R., welche durch 1 Pfund Torf im Grossen in gut eingerichteten Dampfkesseln in Dampf von 90° R. verwandelt wird, nämlich von Rasentorf 2,89—3,59 Pfd., Wurzeltorf 3,09—4,33 Pfd., Erdtorf = 3,13—4,29 Pfd. und Pechtorf 3,42—4,33 Pfd. oder durchschnittlich resp. 3,35 Pfd., 3,80 Pfd., 3,69 Pfd. und 3,91 Pfd. Wasser.[1])

Nach der Gewinnungsart zerfallen die Torfsorten in Stechtorf[2]), Streich- oder Modeltorf, Baggertorf[3]), Maschinentorf, Presstorf. Die jüngern Torfsorten, welche durch die darin enthaltenen Fasern, Wurzeln etc. einen hinreichenden Zusammenhalt haben, werden mit Spaten in parallelepipedische Stücke (Ziegel, Soden) gestochen. Die mehr erdigen Sorten ohne hinreichenden Zusammenhalt streicht man in Formen (Streichtorf) und den schlammigen, durch eigene Maschinen (Baggermaschinen) aus Torfmooren gewonnenen Torf (Baggertorf) breitet man entweder auf dem Boden aus, lässt ihn trocknen und schneidet ihn dann in Soden, oder man streicht ihn in Formen. In Kärnten (Freudenberg, Buchscheiden) wird das Baggern in der Weise ausgeführt, dass man älteren, erdigen Torf mit Hacken aufhaut, zertritt, unter starkem Begiessen mit Wasser durchknetet und zu Ziegeln formt, welche einen massigen, speckigen Zusammenhang haben (Specktorf), beim Trocknen sehr stark schwinden und dann eine dichte Masse bilden.

Zusammensetzung des Torfes.

Die Eigenschaften und die Zusammensetzung der Torfsorten variiren weit mehr, als die der Hölzer, und zwar ist dieser Unterschied nicht so sehr durch die Art der zersetzten Wurzeln und Pflanzen bedingt, sondern mehr durch die verschiedenen fremdartigen Beimengungen, den ungleichen Dichtigkeitszustand und den verschiedenen Grad der Ver-

1) Mitthlgn. des Hann. Gew. Ver. 1853. p. 213.
2) Bgwfd. V, 459, 484. Irländ. Torf. B. u. h. Ztg. 1854. p. 167. Vogel, der Torf, seine Natur und Bedeutung. München 1859. p. 21.
3) Mitthlgn. des Hann. Gew. Ver. 1846. p. 78. 1856. p. 147. Pol. Centr. 1851. p. 149. Dingl., CV, 88. Bgwfd. II, 217.

änderung, welche die Pflanzen im Torfe erlitten haben. Der **frischgestochene Torf** ist sehr wasserreich; er kann durch Trocknen an der Luft 45% und darüber an Gewicht verlieren. Im **lufttrocknen** Zustande besteht er durchschnittlich aus 75% fester Torfmasse incl. 1—2% Asche und 25% hygroskopischem Wasser; der hygroskopische Wassergehalt kann bis 50% steigen.

KARMARSCH nimmt den Wassergehalt im völlig lufttrocknen Torfe zu 1/6 seines Gewichts an. Da die feste Torfmasse durchschnittlich 60,63% Kohlenstoff, 6,04% Wasserstoff und 33,32% Sauerstoff, oder, wenn man sich allen Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbunden denkt, 60% Kohlenstoff, 2% Wasserstoff und 38% chemisch gebundenes Wasser enthält, so hat der lufttrockene Torf ohne Berücksichtigung des geringen Aschengehaltes folgende Zusammensetzung:

45,0 Kohlenstoff
1,5 Wasserstoff
28,5 chemisch gebundenes Wasser
25,0 hygroskopisches Wasser.

Die **Torfasche**, deren Menge 1—30% und mehr betragen kann, enthält, zum Unterschiede von der Holzasche, weniger lösliche Bestandtheile und keine oder geringe Mengen Alkalien, dagegen Phosphorsäure [1]), Schwefelsäure und Kieselsäure an Kalkerde, Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia gebunden. Der Kieselerdegehalt variirt nach VOGEL von einigen Procenten bis 30% und darüber; der Gehalt an kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk zwischen 20 bis 45% und geht selten bis 8% herunter; Magnesiagehalt 1—10, selten bis 15%; Thonerdegehalt 0,2—5%; Eisenoxydgehalt bis 30%; Phosphorsäure bis 2,5%; Alkaligehalt Spuren bis 3%. Der Torf von Hochebenen pflegt die wenigste Asche zu geben; die **Oberharzer** Torfsorten [2]) enthalten z. B. 0,5—5% Asche. VOHL [3]) hat aus Analysen

1) DINGL. CIII, 232.
2) Torf auf dem Oberharze: HOLZMANN, Hercyn. Archiv. 1805. p. 611. ZIMMERMANN, Harzgebirge, I, 314. Bgwfd. IX, 207. KERL, Oberharzer Hüttenprozesse, 1860. p. 239.
3) Polyt. Centr. 1859. No. 8. p. 529.

der Torfasche und der Asche von den Torf bildenden Pflanzen gefunden, dass während des Verwesungs- und Vermoderungsprozesses der Pflanzen die Alkalien sowohl, wie ein grosser Theil der Kieselsäure in löslicher Form austreten. Die Asche von Moostorf enthielt 1,027 % Kali und 0,528 Natron, die von Torfpflanzen 8,016 Kali und 12,399 Natron.

Brauchbarkeit des Torfes.

Man verwendet den Torf entweder direct oder nachdem er zuvor in brennbare Gase verwandelt ist. Die Brauchbarkeit desselben hängt hauptsächlich ab:

Wassergehalt.

1) von seinem Gehalt an Wasser. Man sucht dasselbe durch Trocknen des frisch gestochenen Torfs in freien Haufen, oder an Hiefeln, oder bei regnerischer Witterung in eigenen Trockenhütten (pag. 188) an der Luft theilweise zu entfernen. Modeltorf und Maschinentorf leiden beim Trocknen im Freien durch Sonne und Regen mehr, als Stechtorf. Der beste lufttrockne Torf enthält noch bis 25 % hygroskopisches Wasser. Ein solcher eignet sich bei übrigens guter Beschaffenheit selbst zur Hervorbringung so hoher Temperaturen, wie man sie im Puddelofen braucht. Sollen mittelst desselben noch höhere Temperaturen erzeugt werden, z. B. behuf Schweissens im Flammofen, dann muss der Torf gedarrt [1]), d. h. bei einer Temperatur von 100—120° völlig getrocknet werden (pag. 191). Dabei verliert derselbe an 40 % von seinem Gewicht und fast 50 % von seinem Volumen und wird sehr hygroskopisch. Derselbe enthält in diesem Zustande 60 Kohlenstoff, 2 Wasserstoff und 38 chemisch gebundenes und hygroskopisches Wasser.

Nach MARSILLY [2]) erleidet der Torf bei 110° C. eine beginnende Zersetzung, welche bei einer Temperatur von 200° C. sehr merklich ist. Man erhält dann zwar ein Brennmaterial von grösserem Heizvermögen, verliert aber wärmeerzeugende Elemente. Es ist danach vortheilhaft, die Temperatur nicht über 100° C. zu steigern.

Gefriert frischer Torf (schon bei — 1 bis 2° R.), so zieht er sich nach dem Aufthauen nicht mehr auf ein kleineres Vo-

1) PECLET, über die Wärme, deutsch v. C. HARTM., 1860, Bd. 2. S. 231.
2) Chemische Untersuchung des Torfes in: B. u. h. Ztg. 1858. p. 287, 381.

lumen zusammen, behält seine höchst poröse Structur, ist nach dem Trocknen äusserst leicht, sehr zerreiblich und wenig Brennstoff enthaltend. Hat dagegen der Torf einen ziemlichen Grad der Trockenheit erreicht, so wird er durch die Kälte nicht weiter verändert.

Verdichtung des Torfes.

2) Von seiner Dichtigkeit. Diese ist sehr verschieden, erreicht aber nie die Dichtigkeit des Holzes. Bei übrigens gleichen Eigenschaften ist der Torf um so wirksamer und sein Transport um so wohlfeiler, je dichter er ist. Man wendet in der Praxis die folgenden hauptsächlichsten Methoden an, um lockeren Torf auf nassem und trocknem Wege zu dichten [1]:

Verdichten ohne Pressen.

a) Beim Verdichten auf nassem Wege ohne Pressen sucht man dem Torf durch Treten mit den blossen Füssen, durch Kneten, Schlagen mit eisernen Stäben (Holland, Norddeutschland, Süddeutschland) oder durch Zerkleinern mittelst maschineller Vorrichtungen (Haspelmoor, Montauger, Rheims und Schweden) seinen Zusammenhang zu nehmen, wodurch er compacter und darum weniger hygroskopisch wird, auch leichter und vollständiger trocknet. Stechtorf wird auch wohl durch Walzen [2]) zerkleinert (Neustädter Moore). Eine tüchtige Durcharbeitung scheint die schwierige und kostspielige Pressung vollständig ersetzen zu können, da er sich auf $1/4$ bis $1/6$ seines Volumens zusammenzieht. Dabei muss man möglichst wenig Wasser zusetzen, um das Trocknen zu erleichtern. Bei einem förmlichen Schlämmen mit sehr vielem Wasserzusatz lässt sich zwar das specifische Gewicht des Präparates erhöhen, aber dasselbe gewinnt weder an Consistenz, noch an Brennkraft, die Kosten werden beträchtlich erhöht und es ist schwierig, grosse Massen zu verarbeiten. Aus diesem Grund ist hauptsächlich das frühere EXTER'sche Verfahren der Torfbereitung im Haspelmoore [3]) in Baiern verlassen.

1) BROMEIS, die neuesten Methoden der Aufbereitung und Verdichtung des Torfes: Polyt. Centr. 1858. No. 14. — B. u. h. Ztg. 1858. p. 269. — Darstellung von Schlämmtorf. B. u. h. Ztg. 1858. p. 168.

2) Berggeist 1860. No. 20.

3) VOGEL, der Torf. München 1859. p. 33. — Ergänzung im Berggeist 1860. No. 20. B. u. h. Ztg. 1859. S. 7 u. 15.

Das Trocknen des bearbeiteten Torfes geschieht am vortheilhaftesten in bedeckten Räumen, und zwar nimmt derselbe nach gehöriger Trocknung weniger leicht wieder Wasser auf, als der natürliche Torf. Es eignet sich für dieses System hauptsächlich Torf aus den älteren Formationen, welcher viel anorganische Bestandtheile hat.

CHALLETON's Methode.

Nach diesem System wird z. B. auf dem Werke des Herrn CHALLETON zu Montauger[1]) in Frankreich und zu St. Jean in der Schweiz gestochener Torf auf die Weise zubereitet, dass man denselben mittelst maschineller Vorrichtungen durch Messer zerkleint, wobei sich etwa eingeschlossene Steine, grobe Sandkörner, Holzreste etc. absetzen können, und die so gereinigte Masse mittelst Bürsten durch eine Metallsiebtrommel treibt, wobei auf dem Siebe die noch vorhandenen Wurzelfasern zurückbleiben. Die feine, verflüssigte Torfmasse passirt mehrere Kufen, um noch vorhandene feine Sand- und Erdpartikeln zum Absatz zu bringen und eine vollkommne Mischung der Torftheilchen zu bewirken, und gelangt dann in eine grosse Anzahl etwa 10 Zoll tiefer Bassins, durch deren mit Ritzen versehene Bretterböden das Wasser allmälig abläuft. Hat nach einigen Tagen die Masse eine hinreichende Consistenz erlangt, so theilt man sie durch eine hölzerne gitterartige Form in Ziegel ab, wodurch die Wasserverdunstung befördert wird, so dass man die Ziegel bald an den Rand des Bassins legen kann. Hier müssen sie nicht zu rasch getrocknet werden, weil sie sonst zerbröckeln, weshalb man sie mit Schilf oder Strohdecken vor der Sonne (und auch vor Regen) schützt. Hierdurch werden die Manipulationskosten merklich erhöht.

Nach CHALLETON enthält der trockne Torf 13,82 % Wasser, 11,19 % Asche und 74,99 Kohle, und sein absoluter Heizeffect steht dem der Cokes um $\frac{1}{5}$ nach. Die Schwindung des Torfes beträgt 84—85 Volumprocente.

---

1) BROMEIS, in B. u. h. Ztg. 1858. p. 285, 349. RÜHLMANN, im Polyt. Centr. 1856. p. 1250; 1858. p. 482. — MEYER, in Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen., II. Bd. Hft 1—3. 1858. — VOGEL, der Torf. München 1859. p. 41, 86.

Zweckmässiger als CHALLETON's Methode ist die von HEBERT[1]) zu Rheims. Zu Friesack[2]) an der Berlin-Hamburger Eisenbahn wird auch Torf auf nassem Wege gedichtet. Die Volumreduction bei diesem Verfahren ist keine erhebliche und nicht alle Torfsorten eignen sich dafür.

Staltach.

Das Verfahren der Torfbereitung zu Staltach in Baiern gehört nach VOGEL[3]) zu den vollkommensten der jetzt bekannten Methoden. Der Torf wird in Massen in der Grube gegraben, dann (ohne Schlämmung) zu Brei verarbeitet, geformt, zuerst in bedeckten Räumen an der Luft, dann künstlich nach WEBER's Methode (pag. 206) getrocknet und zuletzt verkohlt.

Zu Lesjöfors[4]) in Schweden wird der nasse Torf in Mühlen durch Wasser zerkleint, die Masse in Ziegel geschlagen und an der Luft getrocknet.

Pressen auf nassem Wege.

b) Verdichten des Torfes durch Pressen auf nassem Wege. Die abweichenden Urtheile über die Erfolge des Pressens von frischgestochenem Torf erklären sich aus der eigenthümlichen Beschaffenheit der verschiedenen Torfsorten. Während man mit leichterem Fasertorf erträgliche oder günstige Resultate erhält, hat man bei den erdigen Torfsorten mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen; der Widerstand des Wassers zertrümmert die stärksten Maschinen und es werden feine Torftheile mit dem Wasser ausgepresst.[5]) Es eignen sich danach zu diesem Pressen nur die jüngern Torfsorten, welche dabei einen Theil ihres Wassers

---

1) VOGEL, der Torf. München 1859. p. 88.
2) B. u. h. Ztg. 1858. p. 342.
3) DINGL., polyt. Journ. LII, Hft. 4. p. 272, 1859. Polyt. Centr. 1860, No. 2. B. u. h. Ztg. 1859. S. 448.
4) TUNNER's Leob. Jahrb. 1860. S. 95.
5) POLENZ, Beschreibung der patentirten Torfpresse, 1836. ERKSBY, das Pressen des Torfes und die dabei angewandten Maschinen, 1839. DINGL., III, 42; LXVII, 34. Bgwfd. IV, 167, 155, 193, 465; V, 300; VI, 92, 93; VII, 92, 426; VIII, 112; IX, 193, 541. B.u.h. Ztg. 1846 p. 586; 1859 p. 66; 1860 S. 244. Mitthlgn. des hann. Gew. Ver. 1838. Lief. 5. ERDM., J. f. pr. Ch., LI, 102. LAMP., Fortschr. p. 47. VOGEL, der Torf. München 1859. p. 71.

verlieren und ein geringeres Volumen, eine regelmässige Form und mehr Festigkeit erhalten. Man presst aus frischem Torfe mit 70—90% Wasser vortheilhaft nur 20—30% aus; sucht man ihm noch mehr Wasser zu entziehen, so steigen die Kosten der Pressung nicht im einfachen Verhältniss des ausgepressten Wasserquantums, sondern die Progression der erforderlichen Kraft, des Kosten- und Zeitaufwandes ist eine ganz enorme, und die erzielten Vortheile gehen dadurch wieder verloren. Gepresster Torf trocknet bei günstiger Witterung rascher, als Stechtorf, zieht aber bei Regenwetter verhältnissmässig mehr Feuchtigkeit an. Am besten wird derselbe künstlich getrocknet. Mit der Stärke des Pressens nimmt der Brennwerth nicht im geraden Verhältniss zu; es blieb angestellten Versuchen zufolge scharf gepresster Torf von einem specifischen Gewichte, das jenes des Wassers übersteigt, bei gleichem Trockenheitsgrade in seinem Heizeffecte immer um 5—10% gegen gute Torfpräparate anderer Art zurück, deren specifisches Gewicht 0,9 nicht überstieg. Aehnlich wie gepresster Torf verhält sich in dieser Hinsicht geschlämmter Torf. Dies hat seinen Grund darin, dass die gepressten Stücke bei ihrer harten Oberfläche, plötzlich in eine heftige Gluth geworfen, oberflächlich einer schnellen Zersetzung unterworfen werden, während die Luft ins Innere nicht einzudringen vermag und in Folge dessen ein Theil der rapide entwickelten brennbaren Gase unverbrannt entweicht. Irrthümlich ist die Ansicht, dass beim Pressen lösliche Bestandtheile des Torfes in grösserer Menge ausgepresst werden. Wohl kann dies mit feinen Torftheilchen geschehen, allein durch Anwendung von Presstüchern lässt sich dieser Verlust auf ein Minimum bringen.

MANNHARDT's Verfahren.

Von allen Pressmethoden scheinen sich in neuerer Zeit die grössten Erwartungen an die von MANNHARDT[1]) zu knüpfen. Der frisch gestochene Torf passirt 6 Fuss breite Walzen, verliert dabei an 60% seines Wassergehaltes und erfolgt in dünnen Platten, welche leicht getrocknet werden können.

---

1) Polyt. Centr. 1859. p. 869. DINGL., Bd. 152. p. 238. B. u. h. Ztg. 1859. S. 380, 428.

Ein sehr einfaches und wenig kostspieliges Verfahren der Torfbereitung besteht in Lithauen[1]) darin, dass man den aufgepflügten und durch öfteres Wenden zerkleinten und lufttrocken gemachten Torf in gusseiserne Formen mittelst 2 Ctnr. schwerer Rammen presst. Dieser Presstorf und seine Kohle ersetzen die Steinkohle vollkommen.

Lithauisches Verfahren.

c) Verdichten des Torfes auf trocknem Wege durch Pressen. Dieses Princip ist zuerst von GWYNNE in London ausgeführt und auch zu Haspelmoor in Baiern angewandt. Dasselbe besteht darin, den getrockneten Torf zu zerkleinern und dann bei solcher Temperatur zu pressen, dass der durch theilweise Verkohlung entwickelte Theer das Bindemittel bildet. Aber auch ohne eine Theerbildung erhält das Material hinreichende Consistenz. GWYNNE[2]) trocknet den Torf in einer Centrifugalmaschine, zermalmt ihn zu einer Breimasse, die durch Wärme entwässert, dann auf Mühlen gemahlen und in mit Dampf geheizten Pressen verdichtet wird.

Pressen auf trocknem Wege.

Das erhaltene Product (solidified peat) soll ein specif. Gewicht von 1,14 haben und sein Wärmeentwicklungsvermögen $^3/_5$ von dem der besten Steinkohle betragen.

Zu Haspelmoor[3]) hat EXTER GWYNNE's Methode mit mancherlei Verbesserungen eingeführt. Der Torf wird durch Pflügen gewonnen, durch mehrmaliges Eggen, Wenden und Häufeln der Trockenprozess befördert, der lufttrockne zerkleinte Torf in rotirenden Drahtsieben mittelst erwärmter Luft getrocknet und dann durch mittelst Dampfkraft bewegte Excentricpressen gepresst. Die auf $^1/_5$ ihres Volums reducirten Ziegel von $9^1/_2$ Zoll Länge, 3 Zoll Breite und $^3/_4$—1 Zoll Dicke wiegen 25—40 Loth; 1 Cubikfuss wiegt 75—86 Pfund.

Haspelmoor.

Die Vortheile, welche man bei diesem Verfahren erreicht, sind nachstehende: der Torf kann die Dichtigkeit der Steinkohle erhalten, wodurch er transportabler wird; 1 Gewichts-

1) Allgem. B. u. h. Ztg. 1859. No. 26.
2) DINGL., Bd. 137. p. 432.
3) BROMEIS. in B. u. h. Ztg. 1858. p. 295. — COTTA, in B. u. h. Ztg. 1859. p. 7. VOGEL, der Torf. München 1859. p. 96.

theil Cokes lässt sich durch weniger als 2 Gewichtstheile gepressten Torf ersetzen; das Trocknen wird nicht durch Witterungsverhältnisse unterbrochen, sondern kann auch während des Winters geschehen. Zur Verkohlung eignet sich dieser gepresste Torf nicht, weil er dabei zerfällt.

Es ist noch abzuwarten, ob die Wirkung des Pressens eine nachhaltige ist und bei längerem Liegen der Ziegel eine Aenderung des Aggregatzustandes nicht eintritt. Auf dem baierischen Eisenhüttenwerke zu Weyherhammer, welches mit einem Gemenge von $^2/_3$ Holzkohlen und $^1/_3$ ungepresstem Torf betrieben wird, war es nach SCHEERER[1]) nur möglich, den Satz des gepressten Torfes bis zur Hälfte des ungepressten zu steigern, wenn man nicht Rohgang herbeiführen wollte. Ist man gleich im Stande, den besten Torf bis zum specifischen Gewicht einer Steinkohle zusammen zu pressen (1,3—1,4) und den Wassergehalt auf 5 bis 10% herabzubringen, so lässt sich doch mit gepresstem Torf niemals die Wärmemenge, welche ein gleicher Gewichtstheil Steinkohle liefert, erzielen, weil letztere reicher an Kohlenstoff und Wasserstoff ist. Da sich der Wärmeeffect beider etwa wie 1:1,4 bis 1,5 verhält, so würden 40—50 Gewichtsprocent mehr vom besten Presstorf erforderlich sein, als von Steinkohle, zur Erlangung gleicher Wärmeeffecte. Ausserdem kann der Phosphorgehalt beim Pressen sehr anwachsen.

Verdichten durch Centrifugalkraft.

d) Anwendung von Centrifugalkraft. Dieses Verfahren beseitigt zwar manche Schwierigkeiten der Pressung und liefert rasch eine zur weitern Behandlung geeignete compacte Masse, aber es ist noch nicht gelungen, eine Vorrichtung herzustellen, welche ein leichtes Entleeren und rasches Wiederfüllen des Apparates gestattet. Die beste Vorrichtung ist die von HEBERT[2]) in Rheims.

Aschengehalt.

3) Von dem Gehalt und der Qualität der aschegebenden Bestandtheile. Der Aschengehalt variirt von $^1/_2$—20%, beeinträchtigt bei den unreineren Sorten die Brennbarkeit und Flammbarkeit, veranlasst die Bildung einer

1) B. u. h. Ztg. 1859 No. 2. p. 15.
2) VOGEL, der Torf, München 1859. p. 83.

zähen, oft beim Prozess störend wirkenden Schlacke, und besonders kann ihr Gehalt an Phosphorsäure und Schwefel der Brauchbarkeit entgegen wirken. Der Schwefel ist theils als Schwefelsäure an Kalk gebunden, theils als Schwefeleisen vorhanden. Bei der Verwendung des Torfs im Flammofen, wo eine Berührung desselben mit dem Product nicht stattfindet, schadet ein Phosphor- und Schwefelgehalt wahrscheinlich nicht.

Beim Schlämmen des Torfes lässt sich ein Theil der unorganischen Beimengungen entfernen, nicht aber ein Thongehalt.

Anwend. des Torf.

Der lufttrockne Torf eignet sich bei nicht zu bedeutendem Aschengehalt für Feuerungen, welche eine mässige, ununterbrochene Hitze erfordern, z. B. bei Feuerungen unter Kesseln und Siedepfannen, beim Rösten in den Freiberger Röststadeln, zum Erhitzen der Gebläseluft, zum Abtreiben des Werkbleies u. dgl. m. Die Mitverwendung des Torfes im rohen und verkohlten Zustande findet beim Eisenhohofenbetrieb[1]) an mehreren Orten statt (zu Ransko in Böhmen bis 75%, zu Weyherhammer in Baiern 1/3. Enthält gleich guter Torf den Kohlenstoff concentrirter, als Holz, so ist doch der Eisenhüttenbetrieb mit ersterem schwieriger und in der Regel kostspieliger, als mit letzterem. Die wichtigste Anwendung des Torfs bleibt die zum Eisenfrischen und Schweissen bei vorheriger Vergasung. Die grossen Puddelwerke zu Buchscheiden und Freudenberg in Kärnten sind z. B. ganz auf Torfbenutzung gegründet. Beim Bleihüttenbetriebe[2]) in Schachtöfen hat sich der Torf weniger an-

---

1) Bgwfd. I, 375, 476; III, 189, 315, 365; IV, 412; VI, 285; VIII, 263, 321. Lamp., Fortschr. 1839. p. 46. Karst., Arch. VI, 217. Dingl., LXV, Hft. 6; XLVI, 202; LIX, 470; CXI, 318. Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. XII, 337. B. u. h. Ztg. 1843. p. 441, 786, 832; 1845. p. 297, 337; 1843. 441, 731; 1850. p. 145. 1851. p. 427. 1856. p. 375; 1857. p. 197, 195. Le Blanc, Eisenhüttenk. V, 55. Valerius, Handbuch der Stabeisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. Freiberg bei Engelhardt. 1845. p. 288. Tunner's Jahrb. 1854. p. 236. 1857. S. 131. Oester. Zeitschr. 1854. p. 399; 1855. No. 25.

2) Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenm. 1840. p. 84. Kerl, Oberh. Hüttenproz. 1860. S. 239. Lamp., Fortschr. p. 46.

wendbar erwiesen. Im gedarrten Zustande findet er beim Puddeln des Roheisens Anwendung und liefert häufig das Material zur Darstellung brennbarer Gase (Kärnten, Harz).[1])

Im Allgemeinen empfiehlt sich der Torf bei Schachtofenarbeiten weniger wegen seiner geringen Festigkeit und seines oft grossen Aschengehalts. Durch das starke Schwinden beim Verkohlen werden Unregelmässigkeiten im Betriebe herbeigeführt und bei der Verkohlung wird eine grosse Menge Wärme gebunden, welche verloren geht.

Nach Vogel gehören die gewöhnlichen leichteren Torfsorten von 0,25—0,35 specifischem Gewicht und 25—36% Wasser bei gleichzeitig nicht unbedeutendem Aschengehalte zu den schlechteren Brennmaterialien, unter denen in der Qualität wohl nur wenige der geringsten Stein- und Braunkohlen gleich stehen. Nur bei einem geringen Preise bietet solcher Torf dem Holz gegenüber Vortheile. Die bessern Torfsorten stehen selbst bei 25% Wassergehalt dem gewöhnlichen lufttrocknen Holze an Heizkraft nicht bloss gleich, sondern übertreffen dasselbe noch. Nur einige Sorten von Baggertorf, sowie einige Torfsorten von besonderer Güte nähern sich den mittleren Steinkohlensorten. Bei guter Bearbeitung und Trocknung kann der Torf in den meisten Fällen die Concurrenz mit allen übrigen Heizmaterialien, namentlich mit allen Steinkohlen selbst dann noch ertragen, wenn seine Productionskosten sich auf das Doppelte vermehren.

Immer bildet der Wassergehalt einen sehr bedeutenden negativen Factor ihres Brennwerthes, und wenige Procent Wasser reichen hin, bei einem sonst ganz guten Torf ein schlechtes Verbrennungsresultat zu geben. Die Berechnung seines Kaufwerthes ist nicht ohne Schwierigkeiten. Beim Ankauf nach dem Gewichte kauft man nicht nur das Wasser gleich Torf, sondern erhält auch einen viel geringern Brennwerth; beim Ankauf nach dem Volumen sind die werthlosesten Sorten gerade die umfangreichsten.

Kaufwerth.

Bei Maschinentorf in Ziegeln von bestimmter Grösse und

1) Bgwfd. XIII, 39; XVI, 430. B. u. h. Ztg. 1844. p. 379; 1849. p. 81. Dingl., CXXXI, 153; CXXXII, 272.

von gleichem Grade der Trocknung kann die Stückzahl der Ziegel für den practischen Zweck ein hinreichend genaues Mass geben. Zu sicherern Resultaten führt es jedoch, zur Vergleichung der Wirkungsverhältnisse verschiedener Torfsorten von jeder derselben das relative Gewicht in wasserfreiem Zustande und deren Aschengehalt zu kennen, wobei man die wirklich brennbaren Theile erhält, welche zur Vergleichung des Effectes gehören. Dabei bleiben jedoch die Einflüsse ausser Rücksicht, welche ein grosser Aschengehalt beim Verbrennen ausübt, sowie auch der Unterschied, welcher sich je nach der Zusammensetzung der Torfsorten mehr oder weniger herausstellt. Der Fehler, den man durch Nichtbeachtung dieses Unterschiedes begeht, kann indess für practische hüttenmännische Zwecke ohne Berücksichtigung bleiben.

Wärmeeffect des Torfes.

Der Wärmeeffect des Torfes, weniger vom Aschen-, als vom Wassergehalt abhängig, ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

	Wärmeeffect	
	Absol.	Pyrom.
Nicht völlig lufttrockner Torf mit 30% hygr. Feuchtigkeit und 10% Asche . .	0,37	1575° C.
Bester lufttrockner Torf mit 25% hygr. Feuchtigkeit ohne Asche	0,47	1750° C.
Gedarrter Torf ohne hygr. Feuchtigkeit und mit 15% Asche	0,55	1975° C.
Bester gedarrter Torf ohne hygr. Feuchtigkeit und ohne Asche	0,65	2000° C.

Danach erreicht der absolute Wärmeeffect des besten lufttrocknen Torfes nicht ganz den des gedarrten Holzes, übertrifft letzteren aber im gedarrten Zustande. Der specifische Wärmeeffect, abhängig von dem Gehalt an Wasser und Asche und dem Dichtigkeitszustand, erreicht bei den besten Torfsorten den des lufttrocknen Holzes oder übertrifft ihn auch wohl.

Der pyrometrische Wärmeeffect des aschenhaltigen feuchten Torfes steht dem des lufttrocknen Holzes nach, übertrifft aber im gedarrten Zustande den des gedarrten Holzes.

Nach BERTHIER reducirten französische Torfsorten 8—15,3 Theile Blei und erwärmten 18,1—34,6 Theile Wasser von 0°—100° C.; nach WINKLER [1]) erzgebirgische Sorten resp. 11,9—18,8 Theile Blei und 26,9—42,6 Wasser; nach GRIFFITH irländische Sorten resp. 25—27 Theile Blei und 56,6—62,7 Wasser, nach letzterem gepresster Torf 13,7 Blei und 28,0 Wasser. Die Oberharzer Torfsorten reduciren bei 0,5—5 % Aschengehalt 11—18 Theile Blei.

Practische Erfahrungen.

In der Praxis sind bei Anwendung von Torf folgende Erfahrungen gemacht worden:

1) Nach KARMARSCH sind ihrem absoluten Wärmeeffect nach

1000 Pfd.	gelber Torf	=	946	Pfd. lufttr.	Fichtenholz
„ „	brauner „	=	1076	„ „	„
„ „	Erdtorf	=	1040	„ „	„
„ „	Pechtorf	=	1107	„ „	„
1000 Cubikf.	gelber Torf	=	332	Cubikf.	Fichtenholz
„ „	brauner „	=	897	„	„
„ „	Erdtorf	=	1446	„	„
„ „	Pechtorf	=	1843	„	„

Mit den Resultaten der KARMARSCH'schen Versuche über die Heizkraft der Torfarten stimmen die von dem Verein für Gewerbthätigkeit im preussischen Staate erhaltenen nahe überein. 1 preuss. Klafter Torf = 138,4 Cubikfuss = 2200—3800 Pfd. preuss.

2) Auf Dubliner Dampfschiffen hat man beobachtet, dass 51 Pfd. guter Torf 1 Cubikfuss Wasser verdampfen und 7,61 Pfd. Torf 1 Pfd. Cokes ersetzen.

3) Nach WILLIAM [2]) sind dem Gewichte nach 2 Theile Torf = 1 Theil Steinkohle, und dauert ersterer halb so lange im Feuerungsraume aus, als letztere. Die Roststäbe müssen beim Torf tiefer liegen und hinter der Feuerbrücke muss frische Luft zuströmen.

---

1) WINKLER, über Zusammensetzung, Werthverhältnisse und Verkohlungsfähigkeit der vornehmsten Torfsorten des sächsischen Erzgebirges. 1840.

2) DINGL., LXXII, 31, 229, 289; LXXIV, 107. — Polyt. Centr. 1846. p. 301.

4) Nach KARSTEN ersetzen bei Siedeprozessen 4 Vol. Torf 1 Vol. Steinkohlen und $2\frac{1}{2}$ Pfd. Torf 1 Pfd. Steinkohlen.

5) Nach BOSE sind 1000 Stück bester Baggertorf = $\frac{3}{8}$ Klafter Fichten- oder etwas über $\frac{1}{2}$ Klafter harten Holzes.

6) Nach WINKLER waren 1800 Pfd. geflösstes Holz in Bezug auf den Feuerungseffect = 1294 Pfd. Torf bester Sorte mit 1 % Asche, 54,2 % Kohlenstoff und 43,8 % Wasser.

7) Nach EISELEN sind 108 Cubikfuss Kiefernholz = 154 Cbkf. Torf bester = 203 Cbkf. mittlerer und 305 Cbkf. schlechtester Qualität.

8) Nach HEEREN ist 1 Klftr. Buchenholz zu 144 Cubikfuss = 570 Cbkf. leichtestem Torf zu 8 Pfd. = 270 Cbkf. mittl. Torf zu 10 Pfd. und 150 Cbkf. bestem Torf zu 12 Pfd.; 1 Klftr. Fichtenholz resp. 460, 220 und 125 Cbkf.

9) Nach BRIX verdampften 100 Pfd. Torf mit 24,5 bis 38,3 % Wassergehalt 281—343 Pfd. Wasser.

10) Nach VOGEL verdampfte lufttrockner Fasertorf aus der Umgegend von München mit resp. 25—30, 20 und 5 bis 10 % Wassergehalt resp. 3,00 — 3,50, 4,00 — 4,50 und 5,00 bis 5,50 Theile Wasser; gut bearbeiteter Maschinentorf lufttrocken bei 0,6 spec. Gewicht 4,5 — 6,00 und vollkommen getrocknet 5,00 — 5,50 Thle. Wasser; hart gepresster Torf mit 10 — 15 % Wasser und 1,15 spec. Gewicht 5,80 bis 6,00 Thle. Wasser.

11) Auf bairischen Eisenbahnen verbrauchte man durchschnittlich per Wegstunde an Holz 10 Cubikfuss, an Torf 17,9 Cbkf., an Cokes 67,7 Pfd.

12) Ueber das Verhältniss des Torfes zum Holze und zur Braunkohle in Oester. Zeitschr. 1857. Nr. 44. — Wärmeeffect von bairischen Torfsorten in Berg- u. hüttenmänn. Ztg. 1858, p. 351.

13) TUNNER[1]) theilt zur Vergleichung von verschiedenen Torfsorten mit Holz und Holzkohlen folgendes theoretische Rechenergebniss mit:

---

1) TUNNER, Leobener Jahrb. 1860. S. 113.

	Wärmeeffect Absol.	Pyrom.
Trockner Torf ohne Asche	0,65	2210° C.
„ „ mit 4% „	0,63	2200 „
„ „ „ 12% „	0,58	2180 „
„ „ „ 30% „	0,45	2150 „
Torf mit 25% hygrosk. Wasser . .	0,47	2000 „
„ „ 30 „ „ . .	0,41	1820 „
„ „ 50 „ „ . .	0,27	1600 „
Trocknes Holz ohne „ „ . .	0,47	2000 „
Holz mit 20% „ „ . .	0,36	1800 „
Trockne Holzkohlen ohne Wasser . .	0,97	2450 „
Holzkohle mit 12% Wasser	0,85	2380 „
„ „ 18 „	0,87	2340 „

Hierbei ist angenommen, dass die Torfsubstanz aus 60% Kohlenstoff, 6,22% Wasserstoff und 33,78% Sauerstoff besteht und das Holz 1%, die Holzkohle 3% Asche enthält.

Anwendbarkeit der Torfkohle.

§. 48. Torfkohle. Bislang ist von der Torfkohle eine allgemeine Anwendung in der Technik noch nicht gemacht worden, wenngleich es nicht an Vorschlägen zu ihrer Bereitung fehlt und solche auch an einzelnen Orten in Meilern, Gruben oder Oefen geschieht.[1]) Die gewöhnliche Torfkohle hat einen nur geringen Wärmeeffect, zerbröckelt sehr leicht, ist deshalb wenig transportabel und in Schachtöfen nur schwierig anzuwenden, wohl aber in offenen Feuern.[2]) Durch Anwendung eines reinen, dichten oder gepressten Torfes lassen sich jedoch Torfkohlen erzielen, welche beim Schachtofenbetriebe vortheilhafte Anwendung finden können.[3]) Der

1) Ueber Torfkohlen. Bgwfd. I, 313, 338, 374; III, 24; IV, 193, 210; V, 428; VI, 491; VII, 395, 410; X, 173, 255, 303; XII, 320, 366, 635. Dingl., LXXXVI, 289; LXXXIII, 347; CXV, 418. Erdm., J. f. pr. Ch. II, 10; XIV, 408. B. u. h. Ztg. 1844. p. 43; 1851. p. 185; 1854. p. 167. Polyt. Centr. 1838. p. 449. Jahrb. f. d. sächs. Berg- und Hüttenmann. 1827. p. 193; 1840. p. 86. Mittheilgn. d. Gew. Ver. f. d. Königr. Hann. 1846. p. 71. Karst. Arch. I R. VI, 427. — Vogel, der Torf. München 1859. p. 105.
2) Bgwfd. I, 338, 347, 376, 476; XIII, 599. B. u. h. Ztg. 1850. p. 541.
3) B. u. h. Ztg. 1854. p. 167. — Vogel, der Torf. München 1859. p. 165. Dingl. CLII, p. 272.

störendste und ihre Anwendung häufig beschränkende Uebelstand liegt in der gewöhnlich grossen Menge phosphor- und schwefelhaltiger Asche. Der Aschengehalt variirt zwischen 4—63 % und der Gehalt an hygroskopischem Wasser beträgt mindestens 10 %, so dass man dieselbe als zusammengesetzt ansehen kann aus 34—86 % C, 56—4 % Asche und 10 % Wasser.

Practische Erfahrungen.

Die schlechteste lufttrockene Torfkohle mit 10 % hygroskopischer Feuchtigkeit und 56 % Asche hat nach SCHEERER einen absoluten Wärmeeffect = 0,85 und einen pyrometrischen Wärmeeffect = 2050° C., beste lufttrockne Kohle mit 10 % hygroskopischer Feuchtigkeit und 4 % Asche resp. 0,33 und 2350° C. Es kommt danach der absolute und specifische Wärmeeffect dem der Holzkohle ziemlich nahe. — Nach BERTHIER reduciren Torfkohlen 17,7—26 Theile Blei und erwärmen 40,1—58,9 Theile Wasser von 0 bis 100° C. — Nach den Versuchen des Vereins für Gewerbthätigkeit im preussischen Staate verwandelte 1 Pfd. Torfkohle mit 5,4 % Wassergehalt und 3,40 % Asche durchschnittlich 6,68 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R.; desgleichen trockne Kohle mit 3,59 % Aschengehalt 7,10 Pfd. Wasser in Dampf; 1 preuss. Tonne Torfkohle = 4 Scheffel = 125 Pfd.

Nach STÖCKHARDT[1]) werden von gleichen Gewichtsmengen Brennmaterial folgende Wassermengen verdampft: Holzkohle 189, Zwickauer Pechkohle 179, Torfcokes 170, Zwickauer Torf 102, Fichtenholz 81, so dass 100 Pfd. Holzkohle ungefähr ersetzt werden durch 105 Pfd. Steinkohlen, 113 Pfd. Torfcokes, 188 Pfd. Torfziegel und 234 Pfd. Fichtenholz. Torfcokes sind auch zur Darstellung von künstlichem Brennmaterial verwandt worden.[2])

Vorkommen.

§. 49. Braunkohlen. Die Braunkohlen[3]) sind ältere

1) Bgwfd. II, 553.
2) Bgwfd. IV, 210; X, 255.
3) Braunkohlen in Hessen: HAUSM., Stud. d. Gött. Ver. I, 233; II, 121, 132; bei Helmstedt im Braunschweig'schen: ERDM., Journ. f. pr. Ch. X, 47; bei Duingen: Bgwfd. X, 448; am Westerwalde:

Gebilde als Torf, meist jünger als Kreide und kommen im Tertiärgebirge vor. Nach ihren physikalischen Eigenschaften und dem damit im Zusammenhange stehenden Alter lassen sie sich eintheilen [1]) in:

Classification.

1) Lignite, fossiles, fasriges Holz mit noch deutlich vegetabilischer Textur und dunkler Farbe. Specifisches Gewicht = 1,15.

2) Bituminöses Holz, welches sich schon mehr der Steinkohle als dem Holze nähert.

3) Erdige Braunkohle, mehr oder weniger dunkelbraun und meist mit bedeutendem Aschengehalte. Specif. Gewicht = 1,3. Enthält zuweilen Wurzeln, Blätter, Stengel und Holzstücke beigemengt. Man streicht die erdigen Braunkohlen wohl in Formen und trocknet sie.

Unterschied zwischen Braunkohle und Steinkohle.

4) Gemeine muschlige Braunkohle, welche der Steinkohle sehr nahe kommt, namentlich die mit Gagat, Pechkohle bezeichneten Varietäten. Der Braunkohlengagat unterscheidet sich vom Steinkohlengagat dadurch, dass er nie eine so dunkle schwarze Farbe und selten einen so starken Glanz als letzterer besitzt. [2]) Durch blosses Trocknen an der Luft lassen sich Braunkohlen in Pechkohle verwandeln. [3]) Von Steinkohlen unterscheiden sich solche Braunkohlen dadurch, dass sie einen braunen Strich und beim Behandeln mit Aetzkali eine braune Lösung geben,

---

Bgwfd. XV, 343; Polyt. Centr. 1852. p. 356; B. u. h. Ztg. 1852, p. 81, 107; im preuss. Staate überhaupt: Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuss. Staate, 1853, I, 82; Provinz Sachsen: Bgwfd. XIII, No. 23; Dingl., CXVI, 103; Plettner, die Braunkohlen der Provinz Brandenburg. Berlin 1852; in Oesterreich: Dingl., CXVI, 113. Liebig, Jahresb. 1849. p. 708. Bgwfd. XI, 685. Viebahn, Statistik des zollv. u. nördl. Deutschlands. p. 702. Ueber die Bildung der Braunkohle: Bgwfd. VII, 449. Knapp, chem. Techn. I, 16. Bischoff, chem. und phys. Geologie II, 1755.

1) Freiesleben, über die Benennung der Erd-, Braun- und Steinkohlen in naturhistorischem und bergrechtlichem Sinne. B. u. h. Ztg. 1845. No. 6.

2) Polyt. Centr. 1849. p. 1146. Leonh. Jahrb. 1849. p. 526.

3) Bgwfd. XII, 285.

auch mit einer Löthrohrflamme angeblasen fortbrennen, was erstere nicht thun. Braunkohlen geben bei der trocknen Destillation meist Essigsäure, Steinkohlen ammoniakalisches Wasser. Specif. Gewicht = 1,2.

Zusammensetzung der Braunkohlen

Die chemische Zusammensetzung[1]) der Braunkohlen variirt sehr nach dem Alter, dem Aschen- und Wassergehalte. Die feste organische Masse hat folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Fasrige Braunkohle	60	5	35
Erdige „	70	5	25
Muschlige „	75	5	20

oder, wenn man sich allen Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbunden denkt,

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Wasser
Fasrige Braunkohle	60	1	39
Erdige „	70	2	28
Muschlige „	75	3	22

Der Aschengehalt variirt von 0,5—50%, beträgt aber durchschnittlich 5—10%. Die Asche besteht im Wesentlichen aus Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Magnesia, Kalkerde, Kieselerde, enthält zuweilen auch Alkalien und Chlor und unterscheidet sich von der Torfasche durch den gewöhnlich fehlenden Gehalt an Phosphorsäure und das Vorhandensein einer oft bedeutenden Menge Schwefelsäure, welche ihren Ursprung dem in der Braunkohle sehr häufig vorkommenden Schwefelkiese verdankt.

Böhmische Braunkohlen enthielten 1,5—7%, bairische 3,4—10%, hessische 0,81—15,5%, französische 3—13%, rheinpreussische 0,9—58%, aus der Halberstädter Gegend 2—5%, braunschweigsche 7,8—8,4%, Duinger Braunkohlen 3—55% Asche.

Durch Verwaschen lassen sich aus den Braunkohlen Schiefer und Lehm entfernen. Zu Prävali in Kärnten stürzt man die geförderten Kohlen auf Plätze mit Gitter-

1) Erdm., Journ. f. pr. Ch. VI, 299, 336; XIII, 108; XIX, 478; XXIII, 252. Bgwfd. XI, 145. Knapp, chem. Techn. I, 18.

böden, wo dieselben einer Sortirung bis zur Grösse eines Cubikzolles unterliegen. Die kleineren Kohlentheile fallen dabei in Wassergerenne und werden in diesen etwa 60 bis 90 Fuss weit in Waschhütten geführt und dort auf Drahtgittern aufgefangen, welche 280 Löcher auf den Quadratfuss haben. Auf dieselbe Weise wird das mit Schiefer und Lehm vermengte, sonst noch brauchbare Grubenklein bis auf ½ Cubikzoll Grösse gereinigt und sortirt. Die Drahtgitter haben dabei 350 Löcher pr. Quadratfuss.

Der hygroskopische Wassergehalt kann bei frisch geförderten Kohlen bis 50 % steigen, beträgt aber im lufttrocknen Zustande durchschnittlich 20 %, so dass eine lufttrockne Braunkohle etwa folgende Zusammensetzung hat:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Chemisch gebund. Wasser	Hygrosk. Wasser
Fasrige Braunkohle	48	1	31	20
Erdige „	56	2	22	20
Muschlige „	60	3	17	20

Anwendbarkeit der Braunkohlen.

Die Braunkohlen verbrennen mit einem widrig bituminösen Geruche und geben eine stark russende, wenig heizende Flamme, deren Länge zwischen der des Holzes und der Steinkohlen liegt. Sie wirken bei Feuerungen mehr durch ihre Flamme, als durch das Verglühen der zurückbleibenden Kohle. Der lästige Wassergehalt, ein integrirender Bestandtheil derselben, lässt sich dadurch in Etwas unschädlich machen, dass man den Feuerraum recht heiss hält (z. B. durch sogenannte Gewölbfeuerung auf der Saline Dürrenberg). Erfahrungsmässig sind frisch geförderte Braunkohlen den gelagerten vorzuziehen, indem letztere, selbst bei Abwesenheit eines Schwefelkiesgehaltes, bei längerer Lagerung auf der Halde unter dem Einfluss der Atmosphärilien eine langsame Verbrennung erleiden, ja zuweilen in Selbstentzündung gerathen, wodurch sie an Brennkraft verlieren.[1]) Die Braunkohlen vertragen keinen weiten Transport und zerfallen beim längeren Liegen an der Luft sowohl, als beim künstlichen Trocknen.[2]) Man bewahrt die-

1) Bgwfd. XIII, 355; Liebig's Jahresber. 1851. p. 733.
2) Künstliches Trocknen der im Nassauischen zum Betriebe von Puddel- und Schweissöfen anzuwendenden Braunkohlen. Polyt. Centr. 1854. p. 185.

selben nie zu lange und thunlichst unter Dach und im Schatten auf. Künstlich getrocknet werden meist nur die Lignite, um höhere Temperaturgrade damit hervorzubringen. Man hat die erdigen Braunkohlen auch mit Vortheil comprimirt.[1]) Zu Arbeiten, welche hohe Temperaturen erfordern, lassen sich nur die besten Braunkohlensorten anwenden, welche Temperaturen von 2000° hervorbringen.

Wärmeeffect.

Nach SCHEERER geben die Braunkohlen nachstehenden Wärmeeffect:

Braunkohlenarten	Wärmeeffect Absol.	Specif.	Pyrom.
Lufttr. fasrige Braunk. m. 20% hygr. Wasser u. ohne Asche	0,48	0,56	1800
" " " " 20% " " " 10% "	0,43	—	—
" erdige " " 20% " " " ohne "	0,61	0,79	1975
" " " " 20% " " " 10% "	0,55	—	—
" muschlige " " 20% " " " ohne "	0,69	0,83	2050
" " " " 20% " " " 10% "	0,62	—	—
Gedarrte fasrige " " 20% " " " ohne "	0,61	—	2025
" " " " 20% " " " 10% "	0,55	—	—
" erdige " " 20% " " " ohne "	0,76	—	2125
" " " " 20% " " " 10% "	0,69	—	—
" muschlige " " 20% " " " ohne "	0,85	—	2200
" " " " 20% " " " 10% "	0,76	—	—

Hiernach übertreffen lufttrockne Braunkohlen gedarrtes Holz an absolutem und pyrometrischem Wärmeeffecte und an specifischem Wärmeeffecte das beste Holz um mehr als das Doppelte.

Nach BERTHIER reduciren lufttrockne Braunkohlen 14 bis 25 Theile Blei und erwärmen 38—57 Theile Wasser von 0—100° C.

Besitzen gleich die Braunkohlen und ganz besonders die erdigen Abänderungen eine geringere Heizkraft, als Steinkohlen, und können sie zu vielen Benutzungsarten derselben nicht verwendet werden, so gewähren erstere den-

1) Bgwfd. IV, 169; XIII, 354; Neue Folge 1. Bd. 1. Lief. S. 3. (1860). — DINGL., CLII. 238. — Berggeist No. 69 de 1859.

noch für den gewöhnlichen Gebrauch einen billigen Brennstoff. Wegen der Extensivität ihrer Flamme erfolgt eine zu schnelle Zerstreuung der Wärme und in Folge dessen keine hohe Temperatur.

Technische Anwendung.

Man wendet die Braunkohlen hauptsächlich bei Siedeprozessen [1]), beim Kalk- und Ziegelbrennen, als Heizmaterial für Stubenöfen und auch zu hüttenmännischen Zwecken an, indem man sie entweder zur directen Feuerung benutzt [2]) oder brennbare Gase [3]) daraus erzeugt, welche man z. B. zum Puddeln und Schweissen verwendet. Wegen ihrer Eigenschaft, beim Erhitzen zu zerbröckeln, und wegen ihres oft schädlich influirenden Aschengehaltes sind sie beim Eisenhohofenbetriebe noch wenig im Gebrauch.

Man hat nach Tunner [4]) versucht, die schönen Braunkohlen Innerösterreichs (z. B. von Leoben) beim Schachtofenbetriebe mit zu verwenden. Man konnte davon nur $^1/_8$, höchstens $^1/_4$ der Holzkohlengicht zusetzen, wenn nicht eine beträchtliche Temperaturverminderung eintreten sollte. Auf der Giesserei zu Brückel in Kärnten werden im Cupoloofen erst 3 Holzkohlengichten, jede zu 2 Cubikfuss, und dann eine Braunkohlengicht von 30 Pfd. aufgegeben. Bei dem Versuche, jede dritte Kohlengicht durch Lignite (welche in grosser Menge zu Voitsberg in Steyermark und Wolfsegg in Oberösterreich vorkommen) zu ersetzen, wurde der 12 Fuss hohe zweiförmige Cupoloofen schon zu stark abgekühlt, so dass mattes Eisen im Herde entstand. Tunner hält die Verwendung von Ligniten beim Cupoloofenbetrieb für möglich bei entsprechender Menge, Pressung und Erhitzung des Windes, zweckmässiger Ofenconstruction und einem

1) Erdm., Journ. f. pr. Ch. VI, 208. — Dingl., XCII, 355. Bgwfd. VIII, 203, 221.
2) Bgwfd. II, 291, 381, 396, 462, 474; XI, 309. Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenm. 1839, p. 106; 1840, p. 84. B. u. h. Ztg. 1844. p. 73.
3) Karst., Arch. II. R. XXIII, 411. Bgwfd. VII, 26; IX, 249; XI, 309. B. u. h. Ztg. 1844, p. 53, 89; 1845, p. 521. Kraus, Jahrb. 1849. p. 3. Zerrenner's met. Gasfeuerung, p. 60, 88, 90, 93, 115, 210.
4) Tunner's Leobener Jahrb. VI, 186.

Zuschlage von Kalk, um die zähe Schlacke flüssig zu machen.

Für Braunkohlenfeuerung, z. B. bei Salinen, Dampfkesseln etc., eignen sich besonders Treppenröste (pag. 182), und hat man auf solchen in der Provinz Sachsen beim Salzsieden mehr als 20% an Brennmaterial und Zeit erspart.[1]) Mit dem besten Erfolge lässt sich Braunkohlenklein im VOGL'schen Ofen verbrennen, dessen Treppenrost mit Gebläseluft gespeist wird[2]), z. B. auf der Saline zu Hall.

Zu Prävali[3]) in Kärnten sind Puddel- und Schweissöfen mit Treppenrösten zur Verbrennung von Braunkohlen versehen, desgleichen zu Leoben[4]) in Steyermark.

Im Sauforste[5]) bei Regensburg verwendet man durch Ofenwärme getrocknete Lignite auf horizontalen und auf Treppenrösten beim Puddel- und Walzwerksbetriebe, desgleichen, Wolfsegger Braunkohlen zu Kaufing[6]) in Oberösterreich wo 44 Ctnr. frischgeförderte Kohlen im Hitzeffecte einem Cubikklafter guten weichen Holzes von 16—18 Ctnr. Gewicht gleichkommen. Die Westerwalder[7]) Braunkohlen haben bei ihrer versuchsweisen Verwendung zum Puddeln ungenügende Resultate gegeben.

Practische Erfahrungen.

In der Praxis haben sich in Betreff des Effects der Braunkohlen folgende Erfahrungen herausgestellt:

1) 3 preussische Tonnen Braunkohlen, à Tonne = 4 preussische Scheffel und = 3 Ctnr. 6—10 Pfd., sind in ihrer Wirkung = 1 Tonne Steinkohlen zu 4 Scheffel = $7\frac{1}{3}$ Cbkfss. = $3\frac{1}{4}$ Ctnr., und dem Gewichte nach 1 Theil Steinkohlen = 2,86 Theile Braunkohlen.

Der Absatz an Braunkohlen kann sich nur da günstig gestalten, wo das Product in grossen Massen an nahe lie-

1) B. u. h. Ztg. 1856. p. 355. ZERRENNER's met. Gasfeuerung. p. 218.
2) Oester. Zeitschr. 1859. p. 66. — Sächs. Bergwerksztg. 1854. No. 31.
3) ZERRENNER, c. l. p. 210.
4) TUNNER's Jahrb. 1852. p. 246.
5) B. u. h. Ztg. 1854. No. 36.
6) Oester. Zeitschr. 1857. No. 12.
7) B. u. h. Ztg. 1854. No. 36. - Bgwfd. XVII, 661, 588.

gende Verbrauchstätten abzusetzen ist und die Preise von Holz und Steinkohlen eine gewisse Höhe haben. Sollen dieselben in einige Entfernung verfahren werden, so müssen die Transportkosten sehr mässig sein, weil dieser Brennstoff im Verhältniss zum Brennwerthe zu schwer und zu voluminös [1]) ist.

2) Nach F. Bischoff [2]) enthalten die frischgeförderten Braunkohlen der preussischen Provinz Sachsen 31,66 bis 50,7 % hygroskopisches Wasser, haben ein specifisches Gewicht von 1,127—1,318; 1 Tonne frisch wiegt 306—360 Pfd., enthält 155—232 Pfd. trockne Kohle mit 1,83—30,29 % Asche und verdampft nach theoretischen Berechnungen 14,66—27,16 Cubikfuss Wasser. Der wirkliche Effect stellt sich weit geringer. Nach der Berechnung verdampft z. B. 1 Tonne Tollwitzer Kohle 18,6 Cubikfuss Wasser, in Wirklichkeit jedoch nur 3,8 Cubikfuss auf der Saline Dürrenberg.

3) Die Ermittelungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen haben folgende Resultate ergeben:

Braunkohlenarten	Gew. 1 Tonne = 4 Scheffel = Pfd.	Wassergeh. %	Aschengehalt		1 Pfd. Bra[illegible] verwandel[illegible] Dampf [illegible] 88—92° R. [illegible] Wasser vo[illegible]	
			Ungetrock. %	Getrock. %	Ungetrock.	G[illegible] tr[illegible]
Böhmische Braunkohle	296	28,7	10,67	14,96	3,87	5,[illegible]
Preuss. Braunkohlen (Bit. Holz) frisch	285	45,9	3,97	7,34	2,65	5,[illegible]
desgleichen abgelagert	267	23,7	3,65	4,79	3,96	5,[illegible]
desgleichen (Erdkohle) frisch	286	47,2	4,81	9,12	2,45	5,[illegible]
desgleichen (Stückkohlen)	300	47,7	3,31	6,33	2,16	5,[illegible]

4) Nach Strippelmann sind 120 Cubikfuss Braunkohle vom Meissner im Heizeffecte dem gewöhnlichen Masse nach durchschnittlich 100 Cubikfuss fester Buchenholzmasse gleich.

5) Auf der Saline zu Schönebeck rechnet man nach viel-

1) Berechnung des Werthes der Braunkohlen etc. Bgwfd. XVI. 504.
2) Bgwfd. XIII. 353.

jähriger Erfahrung, dass 1 Klafter Kiefernscheitholz soviel leistet, als $13^1/_2$ Tonnen Braunkohlen von Biere = 96 Cubikfuss. Da bei einer preuss. Klafter (108 Cubikfuss) 70 Cubikfuss in fester Holzmasse bestehen, so ergibt sich das Verhältniss 96 : 70 oder 135,7 zu 100. Es verhält sich danach die Braunkohle vom Meissner zu der von Biere wie 100 : 88,4.

§. 50. Cokes von Braunkohlen. Braunkohlen eignen sich meist nicht zur Vercokung, indem sie dabei nach ihren Jahrringen und Absonderungen sich trennen und einen pulverigen, bröcklichen, nach Beendigung des Prozesses schwer erlöschenden Cokes geben.[1]) So verhalten sich die Schiefer-, Blätter- und Moorkohlen, während manche Lignite und Pech-, Gagat- und Glanzkohlen technisch verwendbare Cokes geben. Man hat dieses Zerbröckeln dadurch verhindern wollen, dass man die Braunkohlen vor der Vercokung in Meilern oder Oefen entweder völlig lufttrocken machte und sie dann einer langsamen Verkohlung unterwarf[2]), oder sie ganz frisch verkohlte[3]) oder vorher presste.[4]) Auch ist die Vercokung mittelst überhitzten Dampfes in eisernen Retorten versucht.[5]) HAHN[6]) hat in offenen Meilern Cokes dargestellt, welche das Ansehen der gewöhnlichen Holzkohle haben, nur bedeutend fester sein sollen. Die Braunkohlencokes sind beim Eisenfrischen angewandt.[7])

Eigenschaften.

Anwendung.

Nach Versuchen[8]) im Kleinen lieferten böhmische Braunkohlen 29,3—48,4 %, französische Braunkohlen 41—49 %, rheinländische Braunkohlen 28—68 %, die aschenärmeren durchschnittlich 40—50 % Cokes.

---

1) LAMP., Fortschr. 1839, p. 38.. Stud. d. Gött. Ver. II, 169. — TUNNER's Jahrb. VI, 186. Oester. Ztschr. 1859. No. 7.
2) ERDM., J. f. pr. Ch. II, 10.
3) Bgwfd. XI, 377.
4) Bgwfd. V, 300; IV, 169.
5) Bgwfd. XIV, 537.
6) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1853. p. 647.
7) B. u. h. Ztg. 1847. p. 422. Bgwfd. XI, 377. LAMP., Fortschr. 1839, p. 38. Stud. d. Gött. Ver. II, 1828. Berggeist 1859. No. 62.
8) KNAPP, chem. Technologie I, 45.

Rhönbraunkohlen[1]) (Glanzkohlen) gaben beim Vercoken in Meilern einen Cokes, welcher dem der backenden Steinkohlen an Seidenglanz, Farbe und Porosität glich und per Pfund 73 bair. Pfd. Wasser von 0 bis 80° R. erhitzte, während 1 Pfd. beste Zwickauer Cokes nur 65 Pfd. Wasser von 0 auf 80° R. bringen. Die Cokes eigneten sich sehr für Schmiedefeuer und für die Heizung von Locomotiven.

Giessener Braunkohlen[2]) gaben, und zwar bituminöses Holz einen von Holzkohlen wenig zu unterscheidenden Cokes, während erdige Braunkohlen sich den Sandkohlen näherten. Erstere verhielten sich in der Schmiedeesse gut, letztere gaben viel Schlacke. Ausbringen 32—36 %.

Vorkommen.

§. 51. Steinkohlen.[3]) Man nennt Steinkohlen diejenigen fossilen Kohlenarten, welche älter sind als die Tertiärformation und zu ihrer Entstehung[4]) längere Zeit erforderten, als die Braunkohlen.

Classification.

Nach ihrer Structur[5]) theilt man sie in Pech- oder Cännelkohle (Gagat) ohne Schichtstructur mit muschligem Bruche und Pechglanz, Schieferkohle mit schiefriger, Grobkohle mit grobschiefriger, Blätterkohle mit dünnschiefriger Structur, Russkohle mit erdigem Bruche, leicht abfärbend, Faserkohle mit fasriger Textur.

---

1) B. u. h. Ztg. 1857. No. 17.
2) Berggeist 1859. No. 14.
3) Steinkohlen in England: Dingl., XXI, 277; XXXIX, 405. Polyt. Centr. 1849, p. 233. Lieb., Jahresber. 1847—48. p. 1114; in Sachs.: Erdm., J. f. pr. Ch. XVII, 416; XX, 14. Polyt. Centr. 1849. p. 122. B. u. h. Ztg. 1857. p. 382. Stein, d. Steinkohlen Sachs. 1857; in Oesterreich: Dingl., CXVI, 113; in Böhmen: Bgwfd. XII, 342; in Ungarn: Bgwfd. XI, 685, 697; in Hann.: Mitthlgn. d. Hann. Gew. Ver. 1842, Lief. 28; 1836, p. 128; 1852, Lief. 68; Bgwfd. VIII, 237; in Baiern: bair. Kunst- und Gewerbeblatt. März 1836; in Amerika: Dingl., XIV, 500. Bgwfd. X, 424. Bruhn, Steinkohlenbüchlein. 1840. — Viebahn, Statistik d. zollv. u. nördl. Deutschlands. p. 666.
4) Ueber Steinkohlenbildung: Polyt. Centr. 1853, p. 185. Karst., Arch. XI, 379. Dingl., CV, 460. Knapp, chem. Techn. I, 17. Lieb., Jahresber. 1847—48, p. 1295. Bgwfd. VII, 449. Bischoff, phys. u. chem. Geolog. II, 1755.
5) Ueber die Qualität der Steinkohlen: Peters im Berggeist 1857. No. 9.

Nach ihrem Alter und, damit zusammenhängend, nach ihrer Zusammensetzung und dem Verhalten im Feuer bringt man die Steinkohlen in folgende für die Technik[1]) wichtige Abtheilungen:

Anthracit 1) Anthracit, die älteste Steinkohle, durch äussere Einflüsse weiter zersetzt, als die eigentlichen in der Steinkohlenformation vorkommenden Kohlen; besitzt bei fast gänzlichem Mangel aller vegetabilischen Structur grosse Sprödigkeit, eine eisenschwarze Farbe, metallartigen Glasglanz und muschligen Bruch, ist sehr dicht, entzündet sich nur in grösseren Massen und verbrennt mit schwacher Flamme. Kommt hauptsächlich in Nordamerika vor und wird daselbst bei verschiedenen Feuerungen, z. B. zur Zimmerheizung, zum Kalkbrennen, namentlich aber zur Eisenerzeugung verbraucht.[2]) Wegen seiner Reinheit liefert der Anthracit besseres Eisen, als Steinkohlen und Cokes. Auch stellt man brennbare Gase daraus dar[3]) und verwendet denselben auf Kupferhütten.[4])

Nach den Untersuchungen von REGNAULT und JACQUELIN enthielten 10 Anthracitsorten 92 — 98 % C, 1,25 bis 4,28 H, 0—4,18 O und 0,29—2,90 N.

Backkohle 2) Backkohlen, Fettkohlen, welche einen zusammengebackenen, klein- oder grossblasigen Cokes von metallischem Glanze hinterlassen, der ein grösseres Volumen als die angewandte Steinkohle besitzt.[5]) Sie lassen sich wegen ihres

---

1) LAMPAD., Eintheilung der Steinkohlen nach ihrer Anwendung in den Gewerben. ERDM., J. f. pr. Ch. XII, 106.

2) ERDM., J. f. pr. Ch. IV, 393; XXII. 27; XXVI, 255. Bgwfd. I 295, 485; II, 397; III, 169; IV, 175; VI, 186; VII, 126; VIII, 4, 460; XIII, 89. B. u. h. Ztg. 1843. p. 85, 964. 1849. p. 314; 1852. p. 755; 1853. p. 905; 1854. p. 149. LAMP., Fortschr. 1839 p. 36. Polyt. Centr. 1849, p. 362. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1852, No. 3, p. 7. KARST., Arch. 2 R. Bd. 25. p. 579, 601.

3) Polyt. Centr. 1846, p. 492. Bgwfd. VIII, 505. B. u. h. Ztg. 1849, p. 242.

4) B. u. h. Ztg. 1852. p. 326; 1859. p. 310. — LE PLAY, Waleser Kupferhüttenprozesse, p. 54.

5) Beiträge zur Kenntniss backender Steinkohlen. ERDM., Journ. f. pr. Ch. VII, 1.

Wasserstoffgehalts leichter entzünden, als die übrigen Sorten mit geringerem Wasserstoffgehalte, geben deshalb die längste Flamme und eignen sich besonders für die Darstellung von Leuchtgas, weniger für Rostfeuerungen, weil sie beim Aufblähen den Rost leicht verstopfen, dadurch den Luftzug hemmen und ein öfteres Rostlüften nöthig machen. Dagegen lässt sich Kohlenklein von backenden Steinkohlen sehr gut auf einem Roste verbrennen, während solches von nicht backenden Kohlen völlig unbrauchbar ist, indem es zwischen den Roststäben hindurch fällt. Für Schmiedefeuer sind Backkohlen gut anwendbar (Schmiedekohlen), indem sie vor der Form beim Aufschwellen ein Gewölbe bilden, in welchem sich die Hitze concentrirt. Zur Gasbereitung dienen besonders die Cännelkohlen von Lancashire und Schottland; die übrigen unter dem Namen Newcastle-Kohlen in den Handel kommenden Kohlen aus den Districten von Northumberland und Durham sind zweierlei Art, eine kurzflammige kohlenstoffreiche, welche eine hohe Cokesausbeute gibt und selten für Schmiedefeuer passt, und eine flammenreichere, den westphälischen Kohlen entsprechende, für Dampfkesselfeuerungen sehr beliebt, mit 90,2 Heizeinheiten (S. 216) pro Zollcentner oder 82,4 pro preuss. Scheffel. Nach REGNAULT enthielten Backkohlen von Newcastle und Lancashire 85,81—89,19 C, 5,31—5,85 H und 5,56—8,34 O.

Die westphälischen Steinkohlen sind überwiegend Backkohlen, und nur in den untersten Flötzen kommen anthracitähnliche magere Kohlen vor. Dieselben eignen sich zu Kesselfeuerungen, zum Hausbrand, zur Cokesbereitung, für Schmiedefeuer und theilweise auch zur Gasbereitung, ähnlich wie die englischen. Es sind meist Gruskohlen, welche auf dem Rost zusammenbacken. Dieselben enthalten nach PETERS in 100 Theilen organischer Substanz: 85,4 C, 5,1 H, 9,5 O und N. 1 Scheffel à $1^7/_9$ Cubikfuss Steinkohlen aus dem Essen-Werden'schen Bezirk wiegt 112 Pfd. altes und 104,77 Pfd. neues preuss. Gewicht. Es beträgt das specifische Gewicht der mageren Kohlen 1,3647, der Esskohlen 1,3291 und der Fettkohlen 1,2983. Im Scheffel befinden sich nur 70,4% wirklicher Kohlenmasse.

Die backenden Steinkohlen aus dem Plauen'schen

Grunde enthalten nach STEIN 80,4 C, 4,6 H, 14,6 O, 0,11—0,77 N.

Nach REGNAULT bestanden französische Backkohlen aus 85—90,5 C, 4,88—5,85 H und 4,53—9,36 O.

3) Sinterkohlen, welche bei der trocknen Destillation einen dichten zusammengesinterten Cokes von dunkelschwarzer bis eisengrauer Farbe, oft mit metallisch glänzender Oberfläche geben. Dieselben sind für Rostfeuerungen, für den Schachtofenbetrieb und überhaupt da, wo eine langsame, aber anhaltende Hitze erforderlich ist, z. B. bei Siedungen, Tiegelschmelzungen etc. sehr anwendbar.

Sinterkohl

Die Oberschlesischen Kohlen sind fast ausschliesslich magere und schwach sinternde Flammkohlen; nur die Flötze im Zabrzer Reviere sind backend und werden in Folge dessen zur Cokesbereitung benutzt. Zusammensetzung nach PETERS: 79,2 C, 5,1 H und 15,7 O.

Die Zwickauer Steinkohlen, zu den Sinterkohlen gehörig, bestehen in 100 Theilen trockner und aschenfreier Kohle nach STEIN aus 83,5 C, 4,8 H, 11,3 O und 0,09 bis 0,68 N. — REGNAULT fand in französischen Steinkohlen 82,92 — 84,56 C, 5,23 — 5,32 H und 10,12 bis 11,78 O.

4) Sandkohlen. Dieselben sind sehr sauerstoffreich, schwinden stark beim Vercoken und hinterlassen einen weniger anwendbaren, aus kleinen losen Stücken bestehenden Cokes. Man nennt die Sandkohlen, im Gegensatze zu den vorhergehenden fetten Kohlen, mager; sie dienen z. B. beim Brennen des Gypses, Kalkes, der Ziegel, zum Rösten der Erze in Haufen etc.

Sandkohl

REGNAULT fand in Sandkohlen 76,05 — 78,32 C, 5,35 bis 5,84 H und 16,30—18,26 O.

Von den äusserlich wahrnehmbaren Eigenschaften lässt sich oft auf die Natur der Steinkohlen schliessen. Tief schwarze Farbe, lebhafter Glanz, grosse Härte deuten auf einen überwiegenden Gehalt an Sauerstoff; Pechglanz auf einen geringen, Glasglanz auf einen grössern Kohlenstoffgehalt; schwarze Farbe, lebhafter Glanz, geringer Zusammenhang und geringe Härte auf viel Kohlenstoff und eine gegen

Erkennu der Kohl arten.

Sauerstoff überwiegende Menge Wasserstoff; bräunli schwarze Farbe, mattes Ansehen, starker Zusammenha und eine gewisse Härte auf einen geringern Gehalt a Kohlenstoff und einen gegen Wasserstoff überwiegende Gehalt an Sauerstoff.

Anwendung der Steinkohlen.

Bei metallurgischen Prozessen werden die Steinkohle sehr häufig verwandt, z. B. bei Röstungen, Schmelzunge in Flammöfen, Siedeprozessen etc. (PETERS, im Berggei No. 99 de 1859). Für eine Rostfeuerung mit horizontale Rost eignen sich besonders Sinterkohlen oder backend Steinkohlenklein; magere Kohlen verbrennt man besser a Treppenrösten [1]), für welche Backkohlen gar nicht passe (pag. 183). Behuf vollständiger Verbrennung dürfen d Stückkohlen auf dem Roste nicht zu hoch liegen, der Luf zug muss hinreichend stark sein, die Feuerung muss zwec mässig geschehen, damit keine russende Flamme entste (pag. 178) und es ist je nach dem Aschengehalte und de backenden Vermögen ein öfteres Auflockern des Rostes e forderlich.

Durch Benetzen mit Wasser oder durch Zuleitung vo Wasserdampf wird der Effect der Steinkohlen meist erhöht. Sauerstoffreichere Kohlen geben in Folge des daraus damp förmig entwickelten Wassers eine ausgedehntere, aber w niger intensive Flamme, als sauerstoffärmere.

Die Anwendung roher Steinkohlen anstatt der Cok beim Eisenhohofenbetriebe[3]) hat eine grosse Ersparun an Brennmaterial gewährt, wiewohl der Hohofenbetrie schwieriger geworden ist, indem sich die Kohlen mit der B schickungsmasse zusammenbacken, oder, wie mancher Anthr cit, in kleine Stücke zerspringen und den Ofen versetzen. I

1) B. u. h. Ztg. 1856. p. 355.
2) Bgwfd. VII, 239. LAMPAD., Fortschr. 1839. p. 43. DINGI LXVI, 316.
3) ERDM., Journ. f. pr. Ch. XVII, 417; XLII, 145; KARST., Arch. R. XII, 496. — DINGL., VIII, 329; XLV, 282. B. u. h. Ztg. 185 p. 982. v. CARNALL, preuss. Ztschr. 1855. Bd. III. Lief. p. 10, 97. HARTMANN, Fortschr. des Eisenhüttengewerbes 185 S. 200.

England, Schottland und Wales haben sich am vortheilhaftesten aschenarme Sinter- und Sandkohlen bei Anwendung von heisser Luft bewährt. In Frankreich und Belgien ist es nicht allgemein gelungen, eine den englischen und schottischen Kohlen ähnliche Sorte in grösserer Menge aufzufinden, welche sich mit gleich gutem Erfolge beim Hohofenbetriebe bewährte. Ausserdem stellt der hohe Preis der Stückkohlen, welche die französischen und belgischen Gruben in geringerer Menge liefern, die englischen Hütten günstiger.

Auch beim Verschmelzen der Blei- und Silbererze in Schachtöfen wird rohe Steinkohle, sowie bei Kupfererzen (Anthracit) (S. 285) angewandt, z. B. in Tarnowitz[1]); Versuche in Freiberg[2]) fielen in dieser Beziehung ungünstig aus.

Im Gemenge mit Holzkohlen oder Cokes hat man rohe Steinkohle beim Schachtofenbetriebe mit schwankendem Erfolge benutzt.[3])

Sowohl bei Anwendung in Schachtöfen, als in Flammöfen wird der Werth der Kohle durch einen zu grossen Aschengehalt vermindert. Ist die Asche strengflüssig, so bilden sich in Schachtöfen ungeschmolzene Ballen und auf Rosten Krusten; schmilzt die Asche nicht, so wird sie als Flugasche mit fortgeführt und verunreinigt leicht das Product. Ausser der Sand- und Backkohle lassen sich Steinkohlen mit mittlerem Aschengehalt für alle hüttenmännischen Zwecke verwenden, sie geben Temperaturen über 2200°.

Künstliche Brennmaterialien.

Das Steinkohlenklein, sowie auch Abfälle von anderen Brennmaterialien verbrennt man zweckmässig entweder, wie bereits angeführt ist, auf einem Treppenrost, oder vereinigt die Kläre durch ein passendes Bindemittel, (Theer, Pech,

1) Erdm., J. f. pr. Ch. XV, 120, 293.
2) Lampad., Fortschr. 1839. p. 39.
3) Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenm. 1832. p. 135; 1834. p. 80. 1835. p. 158; 1837. p. 55; 1838. p. 53. — B. u. h. Ztg. 1843; p. 87, 683, 964. Bgwfd. I, 335; II, 9, 893; III, 169; IV, 175; VI, 186; VII, 126; VIII, 54, 460. — Polyt. Centr. 1849. p. 362. — Lamp., Fortschr. 1839 p. 36. — Karst., Arch. 2 R., VIII, 103. — Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanst. 1852. No. 3. p. 7.

Asphalt, thierisches Fett, Thon, fetten Torf etc.) und Press in Formen zu sogenanntem künstlichen Brennmaterial Von diesen künstlichen Brennstoffen haben die von DEHA NIN und HAMOIR [2]) in Belgien und Paris aus Theer und Ko lenklein erzeugten Ziegel, Peras oder Briquettes de cha bon, sowie die von POPELIN DUCARRE [3]) aus Kohlenpulv und Theer hergestellten Charbons de Paris oder Cha bon moulu besondern Ruf erhalten.

Gewicht der Volumeinheit.

Auf das Gewicht der Volumeinheit ist besonders v Einfluss der Aschengehalt, die Grösse der Stücke und d Messgefässes, die innere Textur und die Art der Kohle Es ist unrichtig, den Werth der Kohlen dem Gewichte d Volumeinheit oder gar dem specifischen Gewichte proportion zu setzen, da der den relativen Werth bedingende Hei effect noch von ganz anderen und oft heterogen einwirke den Umständen abhängt. Es ist immer besser, die Kohl nach dem Gewichte, als nach dem Masse zu kaufen und nach dem Aschengehalt einen entsprechenden Abzug machen. [4])

Zusammensetzung, Wärmeeffect, spec. Gewicht.

Die Zusammensetzung [5]), der Wärmeeffect [6]) und d specifische Gewicht der Steinkohlen ergibt sich aus nac stehender Tabelle:

---

1) Bgwfd. IV, 108, 210, 439, 478; V, 317; VI, 487; VII, 63; VI 526; XVIII, 66. — DINGL., LXXIX, 319; LXXX, 315, 392, 4 LXXXVI, 367, 396; XCI, 135, 396; XCII, 335; XCIV, 2 XCVIII, 333; CXXI, 422, 430; CIX, 420; CXX, 409; CXXI, 4 — Polyt. Centr. 1859. p. 495. Berggeist 1860. S. 711.

2) Bgwfd. XVIII, 66; B. u. h. Ztg 1858. p. 269.

3) Polyt. Centr. 1852. p. 509. B. u. h. Ztg. 1858. p. 269.

4) PETERS im Berggeist No. 100 de 1859. Mass und Gewicht d Steinkohlen: schlesische Wochenschr. 1859. No. 22. B. u. Ztg. 1859. S. 204; 1860. S. 38.

5) ERDM., Journ. f. pr. Ch. VI, 205; XI, 165; XIII, 73, 143. DING XI, 128; XIV, 500; XXI, 277; XXXIX, 405; XLV, 235; XLV 150; CX, 212, 263, 287. STEIN, chem. u. chem.-techn. Unt suchung der Steinkohlen Sachsens. Leipzig. 1857; im Auszug B. u. h. Ztg. 1857. p. 382. REGNAULT in Ann. d. min. 3 R. X 161. — MARSILLY in B. u. h. Ztg. 1858. p. 249. — Untersuchu der Kohlen mittelst des Löthrohrs. B. u. h. Ztg. 1859. S. 1

6) SCHEERER, Met. I, 189. B. u. h. Ztg. V, 465. DINGL., LXXV,

Steinkohlenarten.	Zusammensetzung					Wärmeeffect			1 Theil reduc. Blei.	1 Thl. erwärmt Wasser von 0—100° C.	Specif. Gewicht.
	Koblenstoff	Wasserstoff	Chem. geb. Wasser	Hygrosk. Wasser	Asche	Absol.	Specif.	Pyr.			
Anthracit	85	3	2	5	5	0,96	1,44	2350°	26—33	60,5—74,7	1,41—1,50
Backk.	78	4	8	5	5	0,93	1,17	2300°	23—31	52,8—72	1,13—1.36
Sinterk.	75	4	11	5	5	0,89	1,16	2250°	19 –27	44—61,6	1,13—1,30
Sandk.	69	3	18	5	5	0,79	1,06	2200°	21—31	50—71	1,05—1,34

Die Steinkohlenasche [1]), deren Quantität zwischen 0,5—20% variirt, hat die qualitative Zusammensetzung der Braunkohlenasche und ist zuweilen reich an, die Anwendung der Kohle beschränkendem, Schwefeleisen. [2]) Die meisten Steinkohlen halten bis 5% Asche und etwa ebensoviel hygrosk. Wasser.

Der starke Kaligehalt mancher Steinkohlen ist in einer Beimengung von Schieferthon zu suchen.

Practisch Erfahrung

In Betreff der Wirkungsverhältnisse der Steinkohlen hat man in der Praxis folgende Erfahrungen gemacht:

1) Das Heizungsvermögen einer gewöhnlichen guten Steinkohle ist durchschnittlich fast so gross, als das der Holzkohle und doppelt so gross, als das des trocknen Holzes. Bei Schmelzprozessen nimmt man im Allgemeinen an, dass sich das Heizvermögen von Steinkohlen zu Holz verhält dem Volumen nach wie 5 : 1 und dem Gewichte nach wie 15 : 8.

2) Nach Karsten wirken in Flammöfen

100 Cbkfss. Steinkohlen = 700 Cbfss. Holz und
100 Pfd. „ = 260 Pfd. „

Bei Siedeprozessen

100 Cbkfss. Steinkohlen = 400 Cbkfss. Holz = 400 Cbkfss. Torf
100 Pfd. „ = 250 Pfd. „ = 250 Pfd. „

---

1) Pogg. Ann. LXXXIV, 67.

2) Schädliche Wirkung eines Schwefeleisengehaltes in Steinkohlen bei Rostfeuerung auf die zu erhitzenden Gefässe: Polyt. Centr. 1855. p. 1281. — Plattner's Röstprozesse. p. 103.

3) Nach ROSENTHAL ist 1 Cbkfss. Steinkohle in seiner Wirkung = 7,25 Cbkfss. Rothbuchen-, 7,14 Cbkfss. Weissbuchen-, 6,30 Cbkfss. Eichen-, 7,17 Cbkfss. Birken-, 7,40 Cbkfss. Erlen-, 6—7,5 Cbkfss. Kiefern,- 8,95 Cbkfss. Weiden-, 11,50 Cbkfss. Espen- und 13,14 Cbkfss. Pappelholz.

4) Nach den Ermittelungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen (nach BRIX) verwandelte von 48 Sorten preussischen Steinkohlen im natürlichen Zustande 1 Pfd. der geringsten Sorte 6,10 Pfd., die beste Sorte 8,93 Pfd. Wasser von 0° R. in Dampf von 88—92° R.; der Durchschnitt aus allen 48 Sorten 7,3 Pfd. [1]). Das Gewicht 1 Tonne Steinkohlen = 4 Scheffel schwankt zwischen 326 und 424 Pfd. preussisch.

Bei ähnlichen in grossem Massstabe angestellten Versuchen, welche JOHNSON [2]) mit nordamerikan. Kohlen und PLAYFAIR und DE LA BECHE [3]) zur Ermittelung des practischen Werthes verschiedener Steinkohlen ausgeführt haben, wurden sehr gut übereinstimmende Resultate gewonnen, wenn man dieselben auf den bei den preussischen Versuchen zu Grunde gelegten Wärmemassstab (S. 215) umrechnet, nämlich für amerikanische Steinkohle die geringste Sorte 5,84 Pfd., die höchste 8,99 Pfd., für englische die geringste 5,30 Pfd., die höchste 8,57 Pfd. Wasser.

Mit den Resultaten, welche BRIX bei practischen Versuchen zur Ermittelung des Heizeffectes von Steinkohlen erhielt, sind nach PETERS [4]) diejenigen Resultate proportional, welche man bei Berechnung des Heizeffectes aus der Elementaranalyse (p. 217) erhält.

5) Nach KIRCHWEGER [5]) stellen die nachstehenden Zahlen die Geldwerthe für gleichen Heizeffect verschiedener Brenn-

1) Mitthl. des Hann. Gew. Ver. 1853. p. 211.
2) LIEBIG, Jahresb. 1850. p. 688. Bgwfd. X, 424. — Prüfung der Resultate von R. PETERS, im Berggeist No. 68 de 1859.
3) Polyt. Centr. 1849. p. 233. DINGL., CX, 212, 263; CXIV, 345. Berggeist No. 70 de 1859.
4) Berggeist 1859. No. 15, 66, 68, 70, 99. Ztschr. d. Ver. deutscher Ingenieure II, 223.
5) Bgwfd. XXII, No. 7. p. 108.

materialien loco Hannover dar: Westphälische Steinkohlen 120, Stadthägener Kohlen zweite Sorte 123, Piesberger Kohlen zweite Sorte 128, Stadthägener Kohlen erste Sorte 134, beste Deisterkohle 136, Piesberger Kohlen erste Sorte 146, Eichenscheitholz gespalten 160, Kiefernholz (jüngeres Rundholz, ungespalten) 170, Kiefernscheitholz gespalten 179, Schaumburger Cokes beste Sorte 182, westphälische Cokes beste Sorte 196, Erlenholz 209, Birkenscheitholz 217, Buchenscheitholz 258, Schneerener Torf 290 und Escheder Torf 300. Danach kommt der Verbrauch von Torf mehr als doppelt so theuer, als Piesberger Kohle erster Sorte und 2½ mal so theuer, als westphälische Steinkohle.

6) STEIN[1]) hat sächsische Steinkohlen auf ihren Heizeffect (p. 218), die chemische Zusammensetzung und auf das Verhalten bei der Destillation untersucht, namentlich aber die Aschen auf lösliche und unlösliche Bestandtheile, auf den Grad ihrer Schmelzbarkeit vor dem Löthrohr etc. geprüft. Auch wurde versucht, durch eine blosse Aschenbestimmung die Elementarzusammensetzung der Steinkohle zu berechnen. Von Kohlen aus dem Plauen'schen Grund verwandelte 1 Pfd. 3,9 bis 7,2, durchschn. 5,5 Pfd. Wasser, von Zwickauer Kohlen 1 Pfd. 6,6—8,4 Pfd., durchschn. 7,5 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 80° C.

7) Nach PETERS[2]) geben Newcastlekohlen pro Zollcentner 90,2 und pro Scheffel 82,4 Heizeinheiten; oberschlesische Steinkohlen pro Zollcentner im Mittel 84,8 und pro Scheffel à 83,3 Zollpfund 70,6 Heizeinheiten; westphälische Steinkohlen pro Zollcentner im Mittel 94,8 und pro Scheffel à 90,7 Pfd. 86,0 Heizeinheiten.

8) Von russischem Anthracit ersetzen 38 Pud bei 12 Cbkfss. Rauminhalt einen Cubikfaden = 343 Cbkfss. des

---

1) STEIN, chem. und chem.-techn. Untersuchung der Steinkohlen Sachsens. Leipzig 1857. Auch; B. u. h. Ztg. 1857. p. 382. — SCHNEIDER und HARTIG, Untersuchungen über die Heizkraft der Steinkohlen Sachsens. Leipzig 1860. Auch: B. u. h. Ztg. 1860. S. 76.
2) Berggeist 1859, No. 68, 70. Schles. Wochenschr. 1859. No. 13.

besten Eichenholzes. Die Lagerungsweise des Ant
ist von Einfluss darauf, ob derselbe beim Erhitzen
oder weniger zerspringt. Der in steiler aufgeri
Flötzen sich findende ist zum Zerspringen geneigt, w
der in flachen Mulden abgelagerte.

9) Nach Brix[1]) drückt bei Holz, Torf und Bra
len der grössere Gehalt an Sauerstoff, hygroskop
Wasser und theilweise Asche den Heizeffect fast a
Hälfte der für Steinkohlen durchschnittlich gefundene
herab, so dass erstere drei Brennstoffe nur dann
Steinkohlen concurriren können, wenn sie nicht me
die Hälfte von letzteren kosten. Holzkohlen und
kommen in ihrer Leistung etwa dem durchschnitt
Effect der verschiedenen Steinkohlen gleich. Bei I
kesselfeuerungsversuchen machten Holz 70 %, Stein
66 %, gute Braunkohlen 62 % und nasse Braunkohle
wie anthracitartige magere Steinkohlen 56 % des th
schen Heizeffectes nutzbar.

Zweck des Vercokens.

§. 52. **Steinkohlencokes.** Durch das Vercok
Steinkohlen bezweckt man:

1) ihren Kohlenstoffgehalt zu concentriren, um m
Cokes eine hohe Temperatur hervorbringen zu könne

2) die Entfernung der beim Brennen, namentlic
häuslichen Gebrauche, unangenehmen, widrig riech
Bestandtheile,

3) ihnen die Eigenschaft zu benehmen, in der
z. B. im Eisenhohofen, teigig zu werden, in Folge
die Gebläseluft nicht durchzudringen vermag und der
gang in Unordnung kommen kann,

4) einen Theil Schwefel des von den Kohlen häufi
geschlossenen Schwefelkieses zu entfernen,

5) Leuchtgas zu erzeugen.

Anwendbarkeit der Steinkohlen zum Vercoken.

Die Anwendbarkeit einer Steinkohle zur Verc
für einen bestimmten Zweck hängt ab:

1) Berggeist 1859. No. 66.

1) vom Aschengehalt [1]) der Qualität und Quantität nach. Steinkohlen, welche beim Verbrennen 5 % Asche hinterlassen, geben einen für Eisenhohöfen noch brauchbaren Cokes. Ist Schwefelkies in den Steinkohlen enthalten, so wird ein Theil seines Schwefelgehaltes entfernt, es bleibt aber immer noch $^1/_4$ — $^1/_2$ davon zurück, welcher die Roststäbe, Dampfkessel etc. schnell zerstört oder auf das Schmelzproduct schädlich influirt.[2]) CALVERT [3]) und CHENOT [4]) wenden beim Vercoken Kochsalz an, um den Schwefel zu entfernen, und es liegen bereits Erfahrungen vor, dass bei Anwendung solcher gereinigten Cokes ein Eisen von ausgezeichneter Qualität resultirt.[5]) Auch Wasserdampf wirkt auf die Entfernung des Schwefels günstig ein.[6])

BLEIBTREU [7]) versetzt Grusskohlen mit dem mindestens äquivalenten Gewicht zerkleinten Kalksteins und verkohlt dieselben wie gewöhnlich. Bei Anwendung solcher Kalkcokes in Eisenhohöfen wird dann der Schwefel vom Kalk fast vollständig gebunden. Schwefelkieshaltige Cokes und Steinkohlen können sich von selbst entzünden.[8])

Der Schwefelgehalt des Gypses nimmt bei der Vercokung nicht ab, wirkt jedoch beim Eisenschmelzen nicht ganz so schädlich, wie der des Schwefelkieses.

Durch eine mechanische Aufbereitung lassen sich die Steinkohlen von eingemengtem Kohlenschiefer und Schwefelkies reinigen.[9])

---

1) Ueber Cokesasche. BERTHIER, analyt. metall. Ch. I, 136. ERDM., Journ. f. pr. Ch. VII, 2.
2) Ueber Einfluss der Cokes auf das Roheisen. Bgwfd. X, 522.
3) B. u. h. Ztg. 1853. p. 149, 225, 252. DINGL., CXXVI, 112.
4) LIEBIG, Jahresb. 1852. p. 762.
5) Polyt. Centr. 1853. p. 747.
6) B. u. h. Ztg. 1854. p. 239. Bgwfd. XVII, p. 785. — DINGL., Bd. 151. p. 110.
7) Berggeist 1857. No. 45. — B. u. h. Ztg. 1857. p. 425; 1859. p. 107.
8) B. u. h. Ztg. 1860. S. 260.
9) DINGL., CXXVI, 11; CXVIII, 265. Bgwfd. IV, 270. Ann. d. min. 4. sér. XVII, 381. LAMPAD., Fortschr. p. 36. B. u. h. Ztg.

Vercokungs-Methoden.

2) von der Eigenschaft, einen aufgeblähten, gesinterten oder sandigen Cokes zu geben. Am besten eignen sich zum Vercoken diejenigen Steinkohlen, welche bei geringem Aschengehalte zwischen Back- und Sinterkohlen stehen.

Die Steinkohlen kommen entweder in grösseren Stücken (Stückkohlen), oder im zerbröckelten, pulverförmigen Zustande (Steinkohlenklein, Kläre, Lösche, Staubkohlen) zum Vercoken, und es geschieht dieses bei ersterer Sorte zuweilen noch in Meilern [1]) mit oder ohne Decke oder in Haufen, bei letzterer Sorte in Oefen von verschiedener Construction [2]), zuweilen mit überhitztem Wasserdampf. [3]) Die aus Cokesöfen verlorengehende Wärme wird häufig noch benutzt, z. B. zur Heizung von Dampfkesseln. [4])

Ausbringen an Cokes.

Nach KARSTEN liefern:

Sandkohlen	mit	1,6—29 %	Asche	59—70 %	Cokes
Sinterkohlen	„	0,6—23 %	„	58—78 „	„
Backkohlen	„	0,15—27,7 %	„	51—86 „	„
Anthracite	„	0,6—20 %	„	72—96 „	„

1853. p. 94. Methode von BÉRARD, B. u. h. Ztg. 1857. No. 13; von MEYNIER, B. u. h. Ztg. 1857. No. 28; Kohlenaufbereitung im Loirebecken, B. u. h. Ztg. 1859. No. 8. HARTMANN, Fortschritte im metall. Hüttengewerbe I, 18 u. II, 124 von 1858 u. 1859.

1) SCHEERER, Metall. I, 316. KNAPP, chem. Techn. I, 46.

2) DINGL., XXI, 533; XXV, 262; CXIX, Heft 4; CXXI, 97. Ann. d. min. 3 sér. XX, 3; 4 sér. XVII, 189. Polyt. Centr. 1850. p. 488. Bgwfd. IV, 477; V, 305; XII, 463; VII, 2. KARST., Arch. I. R. I, 81. Engl. Oefen: Preuss. Ztschr. III B. 69. — Belgische Oefen: B. u. h. Ztg. 1855. No. 25. — Franz. Oefen: Bulletin de la société de l'industrie minérale I, 434; II, 284, 454. HARTM., Fortschr. des Eisenhüttengewerbes. 1858. p. 29. — APPOLT's Oefen, welche sich sehr bewährt haben: B. u. h. Ztg. 1856. No. 17, 45; 1859. No. 11, 18, 24. Polyt. Centr. 1859. No. 3. — Vercokung in Oberschlesien, B. u. h. Ztg. 1857. No. 13; 1858. p. 194. — HARTMANN, Aufbereitung und Vercokung der Steinkohlen. Weimar 1858. — HARTMANN, Fortschr. des Eisenhüttengewerbes. 1858. S. 23. Ders., Fortschr. d. met. Hüttengewerbes. 1859. S. 163.

3) Bgwfd. VII, 410. DINGL., XCII, 335. B. u. h. Ztg. III, 43.

4) Bgwfd. IX, 510; X, 286; XI, 761. — Polyt. Centr. 1857. No. 19. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. II, 14. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 253.

In Oefen erfolgen dem Volumen nach 8—10% Cokes weniger, als in Meilern, dem Gewichte nach ist das Ausbringen nahe gleich. Ofencokes sind dichter und fester als Meilercokes. Bei Backkohlen kann das Ausbringen in Meilern dem Volumen nach auf 110—120% steigen; Sinterkohlen ändern ihr Volumen wenig und Sandkohlen verlieren zuweilen 10% dem Volumen nach. Meilercokes enthalten gewöhnlich weniger Schwefel, als Ofencokes; ein Farbenspiel deutet auf einen Schwefelgehalt.

Im Allgemeinen zeigen die Cokes eine eisengraue Farbe, ohne abzufärben, haben ein mehr oder weniger poröses Ansehen und Seidenglanz bis metallischen Glanz; letzterer ist besonders den Backcokes eigen, welche ein geschmolzenes Aeussere und eine mehr oder weniger grossblasige Structur haben.

Zur Verbrennung bedürfen die Cokes einer starken Glühhitze und eines lebhaften Luftzuges zum Fortbrennen. Die Flammbarkeit gleicht der der Holzkohlen. — Ueber den Vorgang bei der Vercokung haben EBELMEN [1]), PLAYFAIR und BUNSEN [2]) Versuche angestellt.

Zusammensetzung der Cokes

Die Cokes bestehen durchschnittlich aus 85—92% Kohlenstoff, 3—5% Asche und 5—10% hygroskopischem Wasser. Der Aschengehalt schwankt zwischen 1—30%; Cokes, die mehr als 12% Asche geben, gehören zu den schlechteren. Der Gehalt an hygroskopischem Wasser kann bis 20% steigen.

Anwendung der Cokes

Die Cokes können zu allen Feuerungen angewandt werden, die nicht nothwendig Flammenfeuer erfordern; am meisten wirken sie jedoch da, wo man in einem kleinen Raume grosse Hitze haben will, z. B. bei Tiegelschmelzungen, beim Verschmelzen der Eisenerze im Hohofen, beim Umschmelzen des Roheisens in Cupoloöfen, beim Herdfrischen, beim Verschmelzen von Kupfer-, Blei- und Silbererzen [3]) etc.

---

1) B. u. h. Ztg. 1851. No. 29.
2) B. u. h. Ztg. 1848. p. 5.
3) Bgwfd. I, 485; II, 474, 475, 561, 572; III, 153, 417; V, 445; VIII, 523. KARST., Arch. XII, 551. KERL, Oberharzer Hüttenprozesse.

Backcokes wendet man gewöhnlich nur in niedrigeren Schachtöfen an (z. B. die Obernkirchner[1]) Cokes beim Verschmelzen der Bleisteine, Kupfererze etc. auf den Harzer Hütten), weil sie den Druck, welchen eine Erzsäule in höheren Oefen ausübt, nicht ertragen können. Bei Zuführung von einer hinreichenden Menge Luft entwickeln die Cokes eine weit grössere Hitze als Holzkohlen (pag. 224). Weil die Cokes länger im Ofen stehen, als die Holzkohlen, so kommen sie besser vorgewärmt zur Verbrennung, wodurch sich ihr Effect erhöht, sowie auch durch den Umstand, dass sie weniger leere Räume bilden, als Holzkohlen, welche die Menge der innerhalb eines gegebenen Raumes und während einer gewissen Zeit verbrennenden Kohlentheilchen vermindern und dadurch zu einer Temperaturerniedrigung Veranlassung geben.

Wärmeeffect der Cokes. Der Wärmeeffect der Cokes und das specifische Gewicht ihrer mit Luft gefüllten porösen Masse ist aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Cokesarten.	Wärmeeffect Absol.	Wärmeeffect Specif.	Wärmeeffect Pyr.	Specif. Gew.
Gute Cokes mit 10% hygr. Feuchtigk. u. 5% Asche	0,84	—	2350°	—
Vorzügl. „ „ 5 „ „ „ „ 3 „ „	0,92	—	2400°	—
Dieselben ohne „ „ mit 3 „ „	0,97	—	2450°	—
Sandcokes „ „ „ „ 5 „ „	—	0,46	—	0,48
Sintercokes „ „ „ „ 5 „ „	—	0,41	—	0,43
Backcokes „ „ „ „ 5 „ „	—	0,33	—	0,35

Nach BERTHIER reducirten französische Cokes 22,2 bis 28,5 Theile Blei und erwärmten 50,3—65,6 Theile Wasser von 0° bis 100° C.

Practische Erfahrungen. Ueber die Wirkung der Cokes liegen unter anderen folgende practische Erfahrungen vor:

1860. p. 248. Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann. 1828. p. 136, 151; 1831. p. 142; 1840. p. 83, 88. Anwendung von Gascokes beim Eisenhohofenbetrieb. B. u. h. Ztg. 1860. S. 212, 425.

1) DINGL., CXXI, 97. Bgwfd. V, 366. ERDM., Journ. f. pr. Ch., VI, 207.

1) Nach KARSTEN wirken bei mit erhitzter Luft stattfindendem Hohofenbetriebe

100 Vol. Cokes = 250 Vol. Holzkohlen und
100 Pfd. „ = 80 Pfd. „

Es wiegt incl. der Zwischenräume: 1 rheinl. Cbkfss.

Backcokes	in Oefen vercokt	=	22—25 Pfd. preuss.
„	„ Meilern „	=	25—28 „ „
Sintercokes	„ „ „	=	33 „ „
Sandcokes	„ „ „	=	35 „ „
„	„ Theeröfen „	=	38 „ „

2) Auf den Unterharzer Hüttenwerken rechnet man im Effecte

1 Karre Kohlen	=	15 Balgen Obernkirchner Cokes
1 Balge hann. Gascokes	=	$^5/_4$ „ „ „
1 Mltr. Rösteholz	=	$2^1/_2$ „ „ „
1 Schock Waasen	=	$7^1/_2$ „ „ „
1 Mass Fichtenzapfen	=	$^1/_2$ „ „ „
1 Karre Kohlen	=	10 Mass à 10 hann. Cbkfss.
1 Mass Fichtenscheitholzk.	=	54 Pfd. hann. alt. Gas.
1 „ Fichtenstuckenk.	=	72 „ „
1 „ Fichtenastkohlen	=	55 „ „
1 „ Buchenkohlen	=	96 „ „
1 Balge Gascokes	=	3 Cbkfss. = 55 Pfd.
1 „ Obernkirch. Cokes	=	3 „ = 33—36 „
1 Mltr. Rösteholz	=	60 Cbkfss.
1 Cbkfss. Fichtenscheitholz	=	16—20 „
1 „ Fichtenstuckenholz	=	17—24 „
1 Schock Waasen = 60 Stück = 120 Cbkfss.	=	656—817 „

3) Nach den Ermittelungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen verwandelte 1 Pfd. unvollkommen vercokte Meilerkohle mit 5—6 % Wasser und 2,4—43 % Asche 7,15—7,58 Pfd. Wasser von 0° in Dampf von 88—92° R. 1 Tonne Cokes = 4 Scheffel wog 251 Pfund.

4) Nach FIFE[1]) verdampfte die Steinkohle von Tar-

1) Bgwfd. VII, 222.

neut das 5,66fache und die daraus dargestellten Cokes das 7,4fache ihres Gewichtes Wasser.

2. Gasförmige Brennmaterialien.

Geschichtliches.

§. 53. Allgemeines. Schon zu Anfang dieses Jahrhunderts sind Versuche angestellt, brennbare Gase und Gasgemenge statt fester Brennmaterialien in der Technik zu benutzen; jedoch erst in neuerer Zeit haben die gasförmigen Brennmaterialien die practische Weihe erhalten. Jede Feuerung mit rohen Brennmaterialien ist zwar auch eine Gasfeuerung, indem die Flamme durch verbrennende Gase erzeugt wird, allein man versteht unter Gasfeuerung speciell alle die Fälle, wo von einem andern Hüttenprozesse stammende Gase (Gichtgase) oder in eigenen Apparaten (Gasgeneratoren) besonders erzeugte Gase (Generatorgase) bei besonderer Luftzuführung verbrannt werden.

Gichtgase.

Die ersten Versuche zur Benutzung der Hohofengichtflammen zum Erzrösten, Kalkbrennen etc. geschahen nach einem der französischen Academie der Wissenschaften unterm 28. Mai 1842 von THENARD, BERTHIER und CHEVREUL vorgelegten Berichte in den Jahren 1809—1811 von dem Hüttenbeamten AUBERTOT [1]), welcher dann im Jahre 1814 eine Construction besonderer Oefen an der Gicht zur hüttenmännischen Benutzung der aus derselben entweichenden Gase angab. LAMPADIUS hatte schon im Jahre 1801 die Möglichkeit nachgewiesen, die bei der Verkohlung des Holzes entweichenden brennbaren Gase zu benutzen, und stellte im Jahre 1830 auf der Halsbrücker Hütte in Freiberg Versuche über das Abtreiben von Werkblei mittelst der Steinkohlengasflamme an. [2])

Nach einer Mittheilung von EBELMEN [3]) wurde unterm 31. October 1836 dem Hüttenbesitzer VICTOR SIRE zu Cler-

1) Ann. d. min. 3 sér. XIII, 715. — ZERRENNER, met. Gasfeuerung. 1856. S. 3.
2) ERDM., J. f. ök. Ch. V, 206
3) Ann. d. min. 4 sér. tome II, 1842. p. 371.

val ein Erfindungspatent für ein vollständiges Fabrikationssystem zur Darstellung des Stabeisens mittelst der Hohofengase auf 15 Jahre ertheilt. Da derselbe jedoch nicht die Mittel fand, dasselbe in practische Anwendung zu bringen, so musste das Patent den französischen Gesetzen gemäss öffentlich bekannt gemacht werden. Im Jahre 1838 wurde das SIRE'sche Verfahren — nach dem Berichte der Centraljury über die Pariser Ausstellung im Jahre 1844 — auf dem Eisenhüttenwerk Jägerthal am Niederrhein angewandt, und seit 1841 auf der Hütte Treveray im Moseldepartement die Verfrischung des Eisens nur mittelst Hohofengasen ausgeführt, ohne dass das Verfahren damals zur allgemeinen Kenntniss gelangt wäre.

Grosses Aufsehen machten nun die wohlgelungenen Versuche, welche der würtembergsche Bergrath WILHELM VON FABER DU FAUR zu Ende des Jahres 1837 zu Wasseralfingen in Würtemberg anstellte, die Gichtgase der Eisenhohöfen in einem Flammofen zu verbrennen und zum Frischen des Roheisens zu benutzen.[1])

Man erkannte allseitig an, dass diese Neuerung einer der wichtigsten Fortschritte beim Hohofenbetrieb sei, und führte das patentirte Verfahren der Stabeisenbereitung versuchsweise auf mehreren Werken ein. Es zeigte sich dabei aber bald der Uebelstand, dass bei verändertem Gange des Eisenhohofens auch eine Veränderung der Gichtgase der Qualität und Quantität nach vor sich ging, in Folge dessen der Frischprozess Unterbrechungen erlitt. Auch schien die Entziehung der Gase auf den Gang des Ofens schädlich zu influiren.[2])

Diese störende Abhängigkeit zwischen Hohofen und Puddelofen veranlasste bald das Aufgeben der Frischmethode mit Gichtgasen, dagegen ist deren Verwendung zur Röstung von Erzen, zur Erhitzung der Gebläseluft und Dampfkessel, zum Darren und Verkohlen von Brennmaterialien, zum Kalkstein- und Ziegelbrennen etc., wobei es auf die Erzeugung

1) Bgwfd. III, 497; IV, 380, 479; VI, 209, 225, 282.
2) Bgwfd. XII, 785.

sehr hoher und gleichmässiger Temperaturen nicht ankommt, eine bleibende gewesen und hat nicht nur zu beträchtlichen Brennmaterialersparungen beigetragen, sondern die Abführung der Gichtflamme aus dem Ofen ist auch in Bezug auf die Gesundheit der Arbeiter und die Erhaltung der Vegetation an manchen Orten von wesentlichem Einfluss gewesen. Vor Allem hat aber die Verwendbarkeit der Gichtgase zur ausgedehnteren Anwendung eines neuen, sehr ökonomischen Feuerungssystemes, der Gasfeuerung mit Generatorgasen, geführt.

Generatorgase.

Bei der gewöhnlichen Verbrennung fester Brennmaterialien auf einem Roste finden aus angegebenen Ursachen (pag. 220) bedeutende Wärmeverluste — wohl bis 60 % und darüber — statt, und Brennmateriale minderer Qualität lassen sich zuweilen für einen bestimmten Zweck bei gewöhnlicher Rostfeuerung gar nicht anwenden.

Noch ehe die Faber'sche Nutzung der Hohofengase bekannt geworden, stellte Bischof in Mägdesprung am Harze im Jahre 1839 Versuche an, durch Glühen roher Brennmaterialien Kohlenwasserstoffgase etc. in einem Ofen (Generator) besonders zu entwickeln und dieselben mittelst zugeführter Luft zu verbrennen.[1]) Auf diese Weise erzeugte Torfgase gaben schnell höchste Schweisshitze. Die schon zu den besten Hoffnungen berechtigenden Bischof'schen Versuchsresultate wurden nicht gleich weiter benutzt, weil die während dessen bekannt gewordene Faber'sche Anwendung der Gichtgase vortheilhafter erschien, da diese Gase nicht erst besonders dargestellt zu werden brauchen.

Oesterreichische Hüttenleute, welche im Jahre 1838 Wasseralfingen besuchten und die Anwendung der Gichtgase zum Puddeln für nicht durchführbar hielten, veranlassten auf der k. k. Eisenhütte zu Jenbach in Tyrol 1839 und 1840 die ersten Versuche, durch unvollständige Verbrennung von Holzkohlenklein brennbare Gase zu entwickeln.

1) Bischof II, die indirecte, aber höchste Nutzung der rohen Brennmaterialien. 2. Aufl. Quedlinburg 1856. S. 6. — B. u. h. Ztg. 1843. S. 55; 1855. S. 55.

Grossartige Explosionen führten jedoch eine Unterbrechung der Versuche herbei.[1])

KARSTEN machte im Jahre 1841 in seiner Eisenhüttenkunde (Bd. 4. S. 271) darauf aufmerksam, dass man bald dahin gelangen werde, feste Brennmaterialien, welche sich wegen ihrer geringen Brennkraft oder wegen ihres Aggregatzustandes zum Puddeln nicht eignen, durch Verbrennen in besonderen Vorrichtungen in Kohlenoxydgas zu verwandeln, welches für den beabsichtigten Zweck genügen werde. In ähnlicher Weise und noch weiter gehend, äusserte sich HEINE im Herbste des Jahres 1842 in dem von ihm redigirten Bergwerksfreunde (V. S. 251, 252), dass man alle Verkohlungs- und Vercokungsarbeiten abwerfen und das rohe Brennmaterial zur Darstellung von Gasen benutzen müsse.

Im Jahre 1841 beschäftigten sich in Frankreich EBELMEN, THOMAS und LAURENS mit der Gasbereitung und um diese Zeit wurde zu Crans bei Annecy in Savoyen Gashüttenbetrieb von FRÈREJEAN practisch durchgeführt.[2])

Die in Jenbach abgeführten Versuche hatten die Ueberzeugung von der Ausführbarkeit der selbstständigen Gasfeuerung und dem grossen Effecte derselben gewinnen lassen, weshalb die Versuche im Jahre 1842 auf dem k. k. Gusswerke zu St. Stephan in Steyermark mit Braunkohlenklein unter der Oberleitung und nach den Angaben des Herrn von SCHEUCHENSTUEL wieder aufgenommen wurden.

Die hierbei erhaltenen günstigen Resultate wurden zum Gemeingut der industriellen Welt gemacht[3]) und seitdem hat der Betrieb mit selbstständiger Gasfeuerung die verdiente, allgemeine Verbreitung gefunden, welche von BISCHOF bereits angebahnt worden.

1) ZERRENNER, met. Gasfeuerung. p. 9.

2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 24. — Bulletin de la société de l'industrie minér. Tom. I, 245; II, 449.

3) Notizen über die unter der Oberleitung und nach Angaben des k. k. dirigirenden Bergraths und Oberbergamts-Directors CARL v. SCHEUCHENSTUEL zu St. Stephan in Steyermark vorgenommenen Eisenfrischversuche mit alleiniger Benutzung des rohen Braunkohlenkleins. In TUNNER's Leoben. Jahrb. II. Jahrg. 1842. S. 257. — ZERRENNER, met. Gasfeuerung. S. 17.

Um eine weitere Ausbildung derselben haben sich BISCHOF, THOMA, ECK u. A. besonders verdient gemacht und Gasgeneratoren construirt, welche nach ihrem Namen bezeichnet werden.

Begriff von Gichtgasen.

§. 54. Gichtgase. Unter Gichtgasen[1]) begreift man nicht allein die der Gicht von Schachtöfen entströmenden Gase, sondern auch jede aus irgend einem Ofen unter gewöhnlichen Umständen unbenutzt entweichende Flamme.

Verbrennungstemperatur.

Die Temperatur[2]), welche die Gichtgase beim Verbrennen liefern, hängt ab von ihrer eigenen Wärme, ihrer Zusammensetzung und ihrer Verbrennungsweise durch kalte oder erhitzte Zug- oder Gebläseluft. Man kann mit Eisenhohofengichtgasen beim Verbrennen durch heisse Gebläseluft nach FABER DU FAUR in Puddelöfen Temperaturen von 2700° und in Schweissöfen von 3100° C. erreichen, jedoch nur in besonderen Fällen, wenn die Gase reich an Kohlenoxydgas sind, in ihrer Zusammensetzung nahe constant bleiben und in der erforderlichen Quantität zu Gebote stehen. Werden die Gase dem Hohofen in solcher Menge entzogen, wie sie zu manchen Zwecken erforderlich sind, so leidet der Gang des Ofens und in Folge dessen ändert sich die Zusammensetzung der Gase unvortheilhaft für deren Verwendung als Brennmaterial.

Zusammensetzung der Gichtgase.

Die Zusammensetzung der Gichtgase variirt im Allgemeinen nach der Qualität des angewandten Brennmaterials, nach der Temperatur und Compression der Verbrennungsluft, nach der Höhe, bei welcher die Auffangung derselben im Ofen geschieht, und nach dem Gange des Ofens. Sie sind Gemenge von brennbaren Gasen (Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff) und von unbrennbaren Gasen (Kohlensäure und Stickstoff). Wasserstoff und Kohlenwasserstoff erzeugen sich entweder durch trockne Destillation des Brennstoffs oder durch Einwirkung der mit der Luft in den Ofen

---

1) Zusammenstellung der europäischen Literatur über Gichtgase und deren Benutzung von 1838—1855 in: ZERRENNER's metall. Gasfeuerung. 1856. S. 250.

2) Formel zur Berechnung der Temperatur, in Oester. Zeitschr. 1859. No. 19.

eindringenden Feuchtigkeit, indem nach BUNSEN[1]), wenn man Wasserdampf über glühende Kohlen leitet, ein Gemenge von

Wasserstoff = 56,52 Theilen = 4 Volumina
Kohlenoxyd = 28,71 „ = 2 „
Kohlensäure = 14,77 „ = 1 „

erhalten wird. Der Stickstoff rührt von der Verbrennungsluft her.

Nach SCHEERER kommen folgende Zusammensetzungen der Gichtgase dem Gewichte nach mit den beigefügten Wärmeeffecten vor:

	Holzkohlen		Cokes	Steinkohlen
	I	II		
Stickstoff	63,4	59,7	64,4	56,3
Kohlenoxydgas	29,6	20,2	34,6	21,5
Kohlensäure	5,9	19,4	0,9	15,2
Kohlenwasserstoff (leichter)	1,0	0,3	0,0	4,2
Wasserstoff	0,1	0,4	0,1	1,0
Kohlenwasserstoff (schwerer)	0,0	0,0	—	1,8
Summa:	100,0	100,0	100,0	100,0
Absoluter Wärmeeffect	0,081	0,0600	0,077	0,162
Specifischer „	0,000105	0,000078	0,0001	0,000211
Pyrometrischer „	1255°C	1075°C	1265°C	1480°C

Die Analyse der Gichtgase ist zuerst von BUNSEN geschehen und liegt dessen Analysirmethode[2]) den nachfolgenden Untersuchungen solcher Gase im Wesentlichen zum Grunde.

Analyse der Gichtgase.

A. Gichtgase der Eisenhohöfen[3])

1) aus Holzkohlen

a) zu Veckerhagen nach BUNSEN. POGG. Ann. XL, 193

1) LIEBIG's Ann. d. Ch. u. Pharm. LXXXV, 150.

2) BUNSEN, gasometrische Methoden. Braunschweig 1857. Apparate zum Auffangen der Gichtgase behuf ihrer Analyse: Bgwfd. V, 229. ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 42. S. 145.

3) VALERIUS, Handb. der Roheisenfabrikation, deutsch v. HARTMANN. Freiberg bei Engelhardt. 1851. p. 481. Ergänzungsheft 1853.

b) zu Clerval nach EBELMEN. Ann. d. min. 3. sér. XX, 359. Bgwfd. V, 257; VIII, 433, 449, 465, 481; XIV, 443.
c) zu Bärum in Norwegen nach SCHEERER und LANGBERG. POGG. Ann. LX, 489. Bgwfd. VII, 289; IX, 189.
d) Zu Mägdesprung nach HEINE. B. u. h. Ztg. 1842. S. 807.
e) Zu Eisenerz nach R. RICHTER in TUNNER's Leob. Jahrb. Bd. IX. 1860. S. 313.

2) aus einem Gemenge von Holzkohlen und lufttrocknem Holze zu Audincourt nach EBELMEN. Ann. d. min. 3. sér. XX, 359. Bgwfd. V, 257; VII, 33. ERDM., Journ. f. pr. Chem. XXVI, 236, 242; LII, 293.
3) aus Cokes zu Vienne und Pont l'Evêque. Ann. d. min. 4. sér. V, 3.
4) aus Steinkohlen zu Alfreton nach BUNSEN und PLAYFAIR. ERDM., Journ. f. pr. Chem. XLII, 145. BERZEL., Jahresber. 1848. p. 54 und 199. Bgwfd. XII, 369.

B. Gichtgase der Eisenfrischherde von Holzkohlen zu Audincourt, nach EBELMEN. Ann. d. min. 4. sér. III, 167. Bgwfd. VI, 296; VII, 1.

C. Gichtgase der Kupfer-, Blei- und Silberschmelzöfen, und zwar
1) aus den Mansfeld'schen Kupferschiefer-Oefen
a) von Holzkohlen nach BUNSEN, POGG. Ann. L, 81. Bgwfd. III, 257, und HEINE, Bgwfd. V, 209; VI, 513.
b) von Cokes ebendaher.
c) von Cokes und Holzkohlen ebendaher.
d) von Cokes und Steinkohlen, Bgwfd. VII, 545.
e) von Holz ebendaher.
2) aus russischen Kupferschmelzöfen nach SCHUBIN. B. u. h. Ztg. 1846. p. 569.
3) aus Freiberger Rohsteinschmelzöfen von Cokes nach KERSTEN. B. u. h. Ztg. III. p. 137.

Ursachen der Färbung der Gichtflamme.

Die Farbe der Gichtflamme gibt oft ein Anhalten zur Beurtheilung des Prozesses, namentlich bei Eisenhohöfen. Dieselbe rührt theils von den in ihr zur Verbrennung gelangenden Gasarten (Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas), theils von den darin suspendirten glühenden Partikeln fester Stoffe (Bleioxyd, Zinkoxyd, Antimonoxyd, Kieselerde, kohlensaures Kali, Staub von Kohlen, Erzen und Zuschlägen, Asche vom Brennmaterial etc.) her. Zinkoxyd bewirkt weisse, Blei- und Antimonoxyd gelblich-

---

p. 91. Desselben Handb. der Stabeisenfabr. Freiberg 1845. p. 99. Erstes Ergänzungsheft 1848. p. 24. HARTMANN, Handb. der Eisengiesserei. Freiberg bei Engelhardt. 1847.

weisse, kohlensaures Kali, Staub von Kohlen, Erz und Zuschläge röthlichgelbe und gelblichrothe Färbungen. Bei der Färbung der Gichtflamme aus Eisenhohöfen scheint nach Müller [1]) das kohlensaure Kali eine grosse Rolle zu spielen. Bei einem ungestörten Ofenbetriebe reducirt sich das Kali der Brennmaterialasche im Gestell, das Kalium steigt im Ofenschachte empor, verwandelt sich dann in kohlensaures Kali und färbt die von Kohlenoxydgas blaugefärbte Gichtflamme violett. Wird der Ofengang durch Temperaturerniedrigung unregelmässig, so wird auch die Reduction des Kalis gestört und die Gichtflamme wird mehr oder weniger gelb gefärbt, womit eine Zunahme der Temperatur an der Gicht verbunden zu sein pflegt. Der Eintritt der gelben Färbung erklärt sich dadurch, dass Kohlenoxydgas bei niedriger Temperatur mit blauer, bei höherer Temperatur mit gelber Flamme verbrennt.

Anwendung der Gichtgase.

Die Verwendung der Gichtgase zu metallurgischen und sonstigen industriellen Zwecken ist sehr mannichfach. Man benutzt z. B.

1) die Gichtflamme der Eisenhohöfen [2]) zum Eisenpuddeln, zum Rösten der Eisensteine, zur Erhitzung der Gebläseluft, zum Darren und Verkohlen des Holzes, zum Ziegel- und Kalkbrennen, zur Heizung von Dampfkesseln, zur Cementstahlbereitung, zum Trocknen der Giessformen etc.

2) die Gichtflamme der Cupoloöfen [3]) zum Erhitzen der Luft, der Dampfkessel etc.

3) die Gichtflamme von Eisenfrischherden [4]) zum Er-

1) Bgwfd. V, 283.

2) Bgwfd. III, 479; IV, 156, 267, 302, 304, 479; VI, 209, 225, 282, 319; VII, 94, 465; VIII, 198, 222; IX, 465; X, 104, 121; XI, 469; XII, 7; XIII, 517. Dingl., CXXVII, 116, 261; LXXXIX, 119. Pogg., Ann. L, 81, 637. Erdm., Journ. f. pr. Ch. XXII, 389; XXVI, 248, 231. B. u. h. Ztg. IX, 353, 369, 673; XI, 579; XIV, 153; XV, 90; XVII, 119, 234; XIX, 131, 148, 313.

3) Bgwfd. XI, 125. Polyt. Centr. 1847. p. 917. B. u. h. Ztg. 1842. p. 261; 1855. p. 177.

4) Erdm., J. f. ök. u. techn. Ch. VII, 137. Bgwfd. IV, 449; V, 89. 169, 850; VI, 296; IX, 513; XI, 97; XII, 462; XIII, 641. Polyt. Centr. 1850, p. 428. Dingl., CXXX, 30. B. u. h. Ztg. 1854. p. 12; V, 89, 169, 850.

hitzen der Gebläseluft, zum Vorwärmen des zu verfrischenden Roheisens, zum Schweissen der Frischeisenstücke, zum Puddeln, zum Darren des Holzes etc.

4) die Gichtflamme eines Kupferschmelzofens [1]) auf einer russischen Hütte zum Gaarmachen des Schwarzkupfers im Spleissofen.

Die Gichtgase aus den Mansfelder und Riechelsdorfer [2]) Kupfer- und aus den Freiberger Rohöfen gestatteten wegen ihrer geringen Brennbarkeit eine weniger vortheilhafte Benutzung, als Gichtgase aus Eisenhohöfen.

5) die Gichtgase aus Bleiöfen. Rienecker [3]) hat die beim Treibprozesse entweichende bleioxydhaltige Flamme zum Brennen und Glasiren von Thonsteinen verwandt. — Die Anwendung der Gichtgase aus den Reichverbleiungsöfen zu Kremnitz [4]) zum Rösten von Blei- und Silbererzschliegen gaben nicht den gewünschten Erfolg, weil das Resultat der Röstung vom Gange des Schachtofens abhing und pulveriges, nicht compactes Röstgut erhalten wurde. Auch erwiesen sich Gichtgase aus Oberharzer Bleiglanzschlieg-Oefen [5]) zum Rösten von Bleistein unbrauchbar.

Erheben sich gleich immer noch Stimmen gegen die Ableitung der Gichtgase sowohl in Deutschland wie in andern Ländern, so macht doch dieselbe immer mehr und mehr Fortschritte ohne Gefährdung des Hohofenbetriebes, und es scheinen in den einzelnen Fällen des Misslingens lokale Verhältnisse, unzweckmässige Art der Ableitung, unpassende Ofendimensionen u. dgl. m. die ungünstigen Resultate herbeigeführt zu haben. Während in England [6]) und Deutschland die Benutzung der Hohofengase immer allgemeiner wird, so

1) B. u. h. Ztg. V, 569.
2) Ann. d. min. 4. sér. IV, 541
3) Bgwfd. XI, 617.
4) Oester. Zeitschr. 1856. S. 60.
5) Kerl, Oberh. Hüttenprozesse. 2. Aufl. 1860. S. 234.
6) Blackwell, Apparate zum Auffangen der Gichtgase in England bis zum Jahre 1853 in Dingl., Bd. 127. S. 261; Bd. 146. S. 203. Polyt. Centr. 1853. S. 987. — Stenz in v. Carnall's preuss. Zeitschr. III. B. 81. B. u. h. Ztg. 1850. No. 24 u. 43; 1860. S. 386.

sucht TRURAN [1]) bei Vergleichung der Vortheile und Nachtheile derselben zu beweisen, dass der dabei zu erlangende Gewinn für die Kosten nicht entschädigt, indem bei einem zweckmässig betriebenen Cokeshohofen nur wenig Gase entweichen dürfen, welche als Ueberhitze anwendbar sind. In Deutschland hat man vielfach die entgegengesetzten Erfahrungen gemacht; je grösser die wöchentliche Production, desto wahrscheinlicher ist ein günstiger Erfolg bei Benutzung der Gase.

Auffang und Able der Gicht

Beim Auffangen und Ableiten der Gichtgase kommt es darauf an, dass sich dieselben mit der atmosphärischen Luft nicht zu explosiven Gasgemengen vereinigen und in einer passenden Ofenhöhe gefasst werden.

Bei Eisenhohöfen kann Letzteres ohne Benachtheiligung des Ofenganges bei ungefähr 0,3 der Schachthöhe geschehen, gewöhnlich bei 8—11 Fuss unter der Gicht. Höher hinauf sind die Gase mehr abgekühlt und geben beim Verbrennen eine weniger hohe Temperatur, weiter hinab können dieselben kohlensäurereicher werden und ihre Entziehung dem Hohofengang schaden.

FABER DU FAUR leitete die Gase durch mehrere Oeffnungen in der Peripherie des Ofenschachtes aus solcher Tiefe ab, dass dieselben die zum Puddeln und Schweissen des Eisens erforderlichen Temperaturen gaben. Die hierdurch erregten Hoffnungen sind jedoch bedeutend herabgestimmt, seitdem vielfach angestellte Versuche den Beweis geliefert haben, dass die auf der einen Seite erlangten Vortheile durch Nachtheile reichlich wieder aufgewogen werden. Zur gleichmässigen Erzielung hoher Temperaturen müssen nämlich bei wechselndem Ofengange die Gase tief unter der Gicht abgezogen werden, was einerseits einen den Hohofengang störenden Wärmeverlust zur Folge hat, dann auch wegen der zerstörenden Wirkung der heissen Gase auf fast alle Materialien die Solidität des Kernschachtes in der Nähe der Gasfänge sehr beeinträchtigt.

Wasser finger-] thode

Der Wasseralfinger Apparat (Taf. III. Fig. 75) hat bei 288 Cent. Tiefe unter der Ofengicht mehrere Oeffnun-

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 337.

gen *a*, durch welche die Gichtgase in einen gemeinschaftlichen Canal *b* gelangen und von hier durch die Röhre *d* abgeleitet werden. Der Canal *c* dient zum Reinigen der Canäle von Flugstaub.

Aus den oben angeführten Gründen verzichtet man in neuerer Zeit auf die Erzeugung der höchsten Temperaturen mittelst der Gichtgase und verwendet dieselben meist nur zu solchen Prozessen, für welche niedrigere Hitzgrade genügen und wo die Gasentziehung in so geringer Tiefe unter der Gicht geschehen kann, dass der Ofengang dadurch nicht gefährdet wird. Fast jede gute Hohofenanlage, welche mit minder wohlfeilem Brennmaterial arbeiten muss, enthält zur Zeit eine passende Vorrichtung zur Anwendung der Gichtgase. Wie tief man, ohne für den Gang des Hohofens fürchten zu müssen, mit der Abfassung der Gase gehen soll, ist auf den einzelnen Hüttenwerken durch Erfahrung ausgemittelt. So benutzt man z. B. auf schwedischen Hütten [1]) Gase aus 10—14 Fuss Tiefe unter der Gicht zum Rösten der Eisensteine, auf dem Königl. württemb. Hüttenwerke Friedrichsthal [2]) aus 6½ Fuss Tiefe zur Darstellung von Cementstahl, auf den fürstlich Fürstenberg'schen Hohöfen [3]) zu Thiergarten in Baden aus 8—9 Fuss Tiefe zur Heizung von Dampfkesseln u. s. w.

Das Auffangen der Gase geschieht entweder nur durch eine grössere (Schweden) oder durch mehrere kleinere Oeffnungen in der Peripherie des Schachtes, ähnlich wie beim Wasseralfinger Verfahren.

Es dürfte sich empfehlen, den Gasabzug nicht durch einen einzigen Canal, sondern durch wenigstens zwei diametral einander gegenüberstehende Züge zu bewerkstelligen, da in ersterem Falle leicht in der Nähe der Canalmündungen ein einseitiger, den Ofengang störender Gasabzug stattfindet.

Auf den meisten Hüttenwerken werden die Gase oben

---

1) Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden. Freiberg 1858. S. 24.
2) Dingl., Bd. 146. S. 284; B. u. h. Ztg. 1858. S. 120.
3) Bericht über die erste allgemeine Versammlung von Berg- und Hüttenmännern in Wien. 1859. S. 67.

an der Gicht abgeleitet, um jede Störung des Ofenganges durch tieferes Abführen derselben zu vermeiden, und man bedient sich dabei auf vielen Werken der nachstehenden Einrichtung [1]) (Taf. III. Fig. 76). Man hängt in den Ofenschacht einen 4—7 Fuss hohen Cylinder *a* von starkem Eisenblech oder Gusseisen so ein, dass zwischen demselben und dem Schachtmauerwerk ein Zwischenraum *b* von etwa 4—9 Zoll bleibt, in welchem sich die Gase ansammeln. Durch ein entweder unmittelbar unter der Gicht oder 1—1½ Fuss tiefer in den Raum *b* einmündendes Rohr *c* werden die Gase abgeführt. Die überflüssigen Gase werden durch das Rohr *d* nach oben abgeleitet und dienen zur Nachtzeit zur Erleuchtung der Gicht. *e* Schieber zur Regulirung der Gasableitung, *f* Sicherheitsventil. Die Gichtöffnung ist durch einen Deckel verschliessbar. WEEBER gibt unbedeckten Gichten, bei welchen noch etwa ⅕ der Gase entweichen, vor den ganz verschliessbaren den Vorzug. Der Effect von den noch übrigen ⅘ reiner Gase ist für sich allein grösser, weil oberhalb der Gasfänge die Wasserdämpfe ausgetrieben werden. Lässt man den Cylinder ganz weg, so findet beim Chargiren ein namhafter Verlust an Gas statt, wie neuere Versuche zur Hasslinghäuser Hütte [2]) ergeben haben. Aber selbst bei Anwendung eines Cylinders lässt sich beim Chargiren ein geringer Gasverlust nicht umgehen; auch kann atmosphärische Luft zum Gas treten und Explosionen veranlassen. Auf Hüttenwerken in Wales und Süd-Staffordshire wirkte diese Art der Gasauffangung sehr störend auf den Ofengang, wohl in Folge des Missverhältnisses zwischen der Weite des eingehängten Cylinders und des Ofenschachtes, [3]) desgleichen auch auf Neustädter Hütte [4]), weshalb dieses System mit Vortheil durch das SCHÄFFLER'sche ersetzt wurde.

Gebräuchlichste Methode mit gehängtem Cylinder.

Durch die nachstehende Construction (Taf. III. Fig. 77), welche auf englischen Hütten in Anwendung ist, werden

Englische Methode.

1) Bgwfd. XVII, 89. Taf. I. Fig. 4—6.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 235.
3) Polyt. Centr. 1853. S. 987.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 333.

diese Uebelstände zwar vermieden, der Apparat wird aber complicirter.[1]) *a* Tragkreuz, 5 Fuss unter der Gichtmündung mit dem darauf befindlichen eisernen Kegel *b* und einem nach unten offenen gusseisernen Cylinder, welcher die Gichtmündung bis auf eine durch die damit verbundene cylindrische Röhre *d* gebildete Oeffnung verengt. Am untern Theile der Röhre *d* lässt sich eine cylindrische Hülse *e* auf- und niederschieben, so dass, wenn dieselbe auf dem Eisenkegel aufsitzt, die Gichtmündung völlig geschlossen ist. In diesem Zustande wird der Raum über dem Kegel mit Kohlen etc. gefüllt, welche beim Aufziehen der Hülse *e* rings um den Kegel in den Schachtraum rollen, so dass also die Gicht während des Aufgebens nur einige Secunden offen bleibt. In dem Raume *f* sammeln sich die Gichtgase an und treten durch die Röhre *g* aus. Die Esse *h* kann zur Regulirung der Gasableitung dienen.

Derartige Aufgeber leiden an dem grossen Fehler, dass das Schmelzmaterial mehr oder weniger an der Ofenwand zu liegen kommt, also die wünschenswerthe gleichmässige Vertheilung desselben über die Aufgebefläche nicht zu erreichen ist.

Dem gebräuchlichsten Verfahren der Gasentziehung bei eingehängtem Cylinder (S. 311) ist in neuerer Zeit mehrfach der Vorwurf gemacht, dass dabei der aufsteigende reducirende Gasstrom mehr nach den Seiten, als nach der Mitte hin gelenkt werde, und in Folge dessen durch die ungleichartige Vorbereitung der Beschickung leicht schlechtes Roheisen und eine eisenreiche Schlacke entstehe.[2])

Zur Beseitigung dieses Uebelstandes sind mehrere Einrichtungen angegeben, welche aber ihren Zweck mehr oder weniger verfehlen. Es gehört z. B. dahin das Verfahren

Darby's Methode.

von Darby[3]), die Gase aus der Mitte des Schachtes abzuleiten, indem man von oben her durch die Gicht eine Röhre *a* (Taf. III. Fig. 78) eintreten und bis in die Be-

---

1) Tunner's Jahrb. II, 203. B. u. h. Ztg. XI, 606.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 313.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 263.

schickung hinabreichen lässt. Das innere Ende des Rohres kann nöthigenfalls durch Wasser, wie bei Gebläseformen, abgekühlt werden.

Eine derartige Vorrichtung leidet aber auch an dem Nachtheil, dass sich der Gasstrom nach der Mitte des Ofens zieht und das Aufgeben, sowie das regelmässige Niedergehen der Gichten durch das Rohr behindert wird, wenn nicht, wie bei COINGT's Aufgeber [1]), durch besondere Vorrichtungen diesen Uebelständen entgegengewirkt wird.

Sollen die Gase ihren regelmässigen natürlichen Gang nehmen und ihre Entziehung dem Ofengang in keiner Weise schaden, so muss letztere oberhalb der Gicht stattfinden, nachdem die Gase den Ofen durch seine ganze Höhe gleichmässig durchströmt haben. Dabei geben die Gase zwar alle direct wirkende Kraft an den Hohofen ab und besitzen weniger Heizkraft, als wenn sie demselben früher entzogen werden; aber es ist jedenfalls vortheilhafter, im Hohofen möglichst an Brennmaterial zu sparen, als durch eine zu frühe Ableitung der Gase denselben eine bedeutendere secundäre Wirkung zu gestatten, welche, wenn sie zu dem beabsichtigten Zwecke nicht hinreicht, durch gleichzeitige Anwendung von minder gutem Brennmaterial unterstützt werden kann.

Apparate über der Gicht.

Die neuesten Vorschläge zur Verbesserung der Gasentziehungsapparate gehen nun darauf hinaus, sie über der Gicht anzubringen. Dieselben leiden zum Theil, wie der TURLEY'sche Gichthut [2]), noch an dem Uebelstand, dass das Aufgeben unzweckmässig geschieht und dabei der Gasstrom unterbrochen wird. Nach PARRY [3]) soll eine derartige, allen Erfordernissen entsprechende Vorrichtung darin bestehen, dass man in die Gichtöffnung einen gusseisernen abgestumpften Kegel *a* (Taf. III. Fig. 79) einhängt. Dieser ist durch

TURLEY's Gichthut.

PARRY's Methode.

---

1) B. u. h. Ztg. 1857. No. 43.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 148, 158.
3) DINGL., polyt. Journ. CLI, p. 35. 1859. Berggeist 1859. No. 1. B. u. h. Ztg. 1859. S. 107. — BLACKWELL im polyt. Centr. 1853. S. 988.

einen andern ganzen Kegel *b* verschlossen, wenn man letzteren an einer Kette *c* mittelst eines Gegengewichts oder durch einen Hebel anholt. Der Kegel *b* senkt sich, wenn aufgegeben werden soll, und schliesst die Gichtöffnung wieder, wenn Cokes und Beschickung rings um den Rand des beweglichen Kegels in den Ofen gefallen sind. Die grösseren Stücke der Schmelzmaterialien rollen dabei nach der Mitte und gestatten ein leichtes Aufsteigen der Gase nach oben und eine Abführung derselben aus dem Ofenschachte durch eine seitliche Röhre. Oefen mit engen und mittelweiten Gichten gestatten hierbei ein zweckmässiges Aufgeben und eine ziemlich vollständige Auffangung der Gase. Bei zu engen und zu weiten Gichten treten ähnliche Betriebsstörungen ein, wie beim Auffangen der Gase unter der Gicht, indem dieselben im ersteren Falle mehr in der Mitte aufwärts ziehen, im letzteren der Gasstrom mehr nach den Seiten gerichtet ist.

Bei Anwendung des PARRY'schen Apparates müssen, um die höchste Production mit dem geringsten Brennmaterialaufwande zu erzielen, die Ofendimensionen in einem passenden Verhältnisse stehen, damit die Temperatur der Schmelzmaterialien in irgend einem bestimmten Höhepunct des Ofens durch den ganzen horizontalen Querschnitt gleich ist. Ein gleichmässiges Aufströmen der Gase lässt sich bei Oefen mit zu enger Gicht dadurch befördern, dass man einen niedrigen Cylinder in die Gicht einhängt oder in den Wänden des Schachtes unter der Gicht Oeffnungen zum Austritt der Gase anbringt, bei zu weiten Gichten aber in der Mitte der Gicht einen engen Cylinder einhängt, um die Gase vom Umfange des Ofens mehr nach der Mitte zu leiten. Bei weiten Gichten mit mehr cylindrischem Schachte empfiehlt sich ein grosser, die Gicht fast ganz ausfüllender konischer Aufgeber, welcher letztere aber bei niedrigen Oefen mit weiter Gicht zur Veranlassung eines gleichmässigen Gasstromes nicht ausreicht. Kleinere, mit einer verhältnissmässigen Windmenge gespeiste Holzkohlenöfen können, weil sich in ihnen eine grosse Menge reducirender und kohlender Gase entwickelt, mit jeder Vorrichtung zum Auffangen der Gichtgase versehen werden.

Der PARRY'sche Apparat ist mit gutem Erfolge z. B. in der Ebbw-Vale-Hütte in Wales, der Bilston-Hütte in Staffordshire u. a. in Anwendung. [1])

STEIN [2]) hat in neuester Zeit einen Apparat erfunden, welcher die Gewinnung der Gase, unbeschadet ihrer Brennbarkeit und zu $^{9}/_{10}$ ihrer Menge, ausserhalb dem Bereiche des Ofenschachtes ohne jede Störung der Gasströmung erwirkt, der die Regulirung der Gichtsätze bei ganz freier Gichtfläche gestattet und einer ungleichen Gaszuführung nach den betreffenden Feuerherden durch einen Reservoir vorbeugt, der mithin die Vortheile einer Hohofengichtgasbenutzung ohne jede Beeinträchtigung des Hohofenbetriebs unverkürzt einbringt.

Verbrennung der Gichtgase bei der Gicht.

Die Benutzung der abgeleiteten Gichtgase geschieht, wo es der Raum gestattet, über oder im Niveau der Gicht, wie bei vielen Holzkohlenöfen, indem man die Gase durch einen geringen Zug unter einen unmittelbar neben der Gicht stehenden Dampfkessel oder in einen Windwärmapparat (Oberharzer Eisenhütten), oder, wie z. B. in Schweden, in in einiger Entfernung befindliche Röstöfen ableitet.

Verbrennung der Gichtgase auf der Hüttensohle.

Die meisten grossen Cokeshohöfen sind nicht umbaut, und ihr kleines Gichtplateau gestattet die Aufstellung grösserer Dampfkessel und Windwärmeapparate auf denselben nicht, so dass dabei die Benutzung der Gichtflamme oben von geringerem Werthe ist und auf der Hüttensohle geschehen muss, z. B. zu Geislautern, auf der Quint bei Trier, zu Mühlheim an der Ruhr, zu Hasslinghausen etc. [3]) Nicht selten werden aber auch bei Holzkohlenöfen, z. B. in Vordernberg [4]), Thiergarten etc. [5]), die Gase von der Gicht herab auf die Hüttensohle geführt, um daselbst benutzt zu werden, wenn es an Raum auf der Gicht fehlt oder

1) Polyt. Centr. 1853. S. 988.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 314.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 234.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 90. — RITTINGER's Erfahrungen. 1858. S. 31.
5) Bericht der ersten Versammlung von Berg- u. Hüttenmännern zu Wien. 1859. S. 67.

wenn bei Anwendung der Gase zur Erhitzung der Gebläseluft zur Vermeidung von Kraftverlust die Windleitungsröhren die möglichste Kürze erhalten sollen.

So hat man z. B. bei einem Vordernberger Ofen durch Versetzung des früher auf der Gicht mittelst der Gichtflamme heizbaren Apparates auf die Hüttensohle so bedeutend an Kraft gewonnen, dass unter gleichen Umständen, bei gleichem Gebläsewechsel, der Wind jetzt für 4 Formen leichter ausreicht, als früher für 3. Auf der Hüttensohle befindliche Windwärmeapparate lassen sich leichter reinigen und es fallen die mühevollen Arbeiten weg, welche eine während des Hohofenbetriebes erforderliche Reparatur eines neben der Gicht stehenden Lufterhitzungsapparates erfordert.

Durch hohe Essen muss der nöthige Zug der Gase herbeigeführt werden, und die Höhe der ersteren ist so beträchtlicher zu nehmen, je weiter man die Gase zu leiten hat.

Für den Fall, dass die dem Ofen entzogenen Gase bei mehrfacher Benutzung für den einen oder anderen Zweck nicht völlig ausreichen oder bei verändertem Ofengange sich in geringerer Quantität oder mit weniger brennbaren Bestandtheilen entwickeln, gibt man den zu erhitzenden Räumen wohl noch besondere Rostvorrichtungen, um nöthigenfalls mit directer Feuerung nachhelfen zu können.

Vorsichtsmassregeln.

Beim Verbrennen der Gase sind gewisse Vorsichtsmassregeln zu beobachten, um Explosionen durch Vermengung der Gase mit atmosphärischer Luft zu vermeiden, namentlich darf man nach dem Aufgeben der Beschickung den Gichtdeckel nicht auf einmal plötzlich niederlassen, weil sonst leicht Luft in die Gasableitungscanäle gepresst wird. Man muss ferner die Gase sofort, wenn sie in den zu erhitzenden Raum treten, entzünden. Geschieht dies nicht von selbst, so muss man auf dem Roste stets einige glühende Kohlen oder Brennmaterial in Flamme erhalten, an welcher sich die Gase beim Austritt aus der Röhre sogleich entzünden. Geschieht dies nicht von selbst und man bringt sie durch einen hineingeworfenen brennenden Span zur Entzündung, so können sehr heftige Explosionen entstehen.

Verbrennen durch Zug- und Gebläseluft.

Das Verbrennen der Gase geschieht entweder durch Zugluft oder seltener, z. B. zum Erhitzen des Windes,

mit Gebläseluft, nachdem man die Verwendung der Gichtgase in Puddel- und Schweissöfen, wobei immer Gebläseluft angewandt wurde, fast ganz aufgegeben hat.

Wendet man Gebläseluft zum Verbrennen der Gase an, wie z. B. bei den fürstlich Fürstenberg'schen Hohöfen zu Thiergarten [1]) in Baden zur Winderwärmung, so ist die Vorsicht nöthig, die von dem Windwärmeapparate abziehenden Gase durch einen Schieber zurückzuhalten, damit sie eine gewisse Pressung erhalten. Dadurch werden die im Hohofen aufsteigenden Gase genöthigt, alle Räume auszufüllen, so dass sie nicht eine einseitige, die gleichmässige Reduction der Erze beeinträchtigende Abzugsrichtung nehmen. Bei Anwendung von Zugluft zur Verbrennung wird diese entweder den Gasen durch Canäle zugeführt, wie meist bei den auf der Gicht stehenden Wasseralfinger Winderwärmungsapparaten, oder man leitet die Gase, wenn sie auf die Hüttensohle herabgeführt werden müssen, über einen Rost, durch welchen die nöthige Luft zugeführt wird. Den Zutritt derselben regulirt man durch die auf dem Roste liegende Asche (Geislautern, Vordernberg, Friedrich Wilhelmshütte zu Mühlheim an der Ruhr, Hasslinghäuser Hütte). Complicirtere Vorrichtungen haben oft keine bessere Wirkung, als die angeführte, wie z. B. die auf der Quint bei Trier. Auf Vordernberger Hütten, wo die Gase mit schwacher Pressung über die Röste strömen, feuert man bei Benutzung der Gase unter Dampfkesseln nur anfangs zur ersten Dampferzeugung mit Holz oder Braunkohlen; für die Lufterwärmungsapparate genügt ein kleines mehrstündiges Feuer zu Anfang, einmal, um den nöthigen Zug zur Vermeidung von Explosionen herzustellen, dann, damit die in der ersten Periode leicht verlöschenden Gase sich wieder entzünden.

Besondere Unannehmlichkeiten bei der Verwendung der Gichtgase bestehen darin, dass der Gasstrom durch verschiedene Veranlassungen, z. B. beim Aufgeben,

---

1) Bericht über die erste allgemeine Versammlung von Berg- und Hüttenmännern zu Wien. 1859. S. 70.

beim Einsetzen neuer Formen etc. unterbrochen werden kann, und es muss dann bei längeren Unterbrechungen die Hülfsfeuerung benutzt werden. Bei einem Zinkgehalt der Erze, z. B. in Belgien und Oberschlesien, werden in Folge einer überhäuften Gichtschwammbildung die Gascanäle häufig verstopft, und in den Gasen enthaltene dampfförmige Substanzen, welche sich in Generatorgasen weniger befinden, beschlagen die zu erhitzenden Vorrichtungen oder verengen die Gasableitungscanäle, so dass der Gaszug unregelmässig und ein öfteres Reinigen der Röhren erforderlich wird. Zur Reinigung der Gase von solchen Stoffen bedient man sich in neuerer Zeit häufig, wenn längere Ableitungsröhren die Gase von der Gicht auf die Hüttensohle führen, besonderer Waschapparate, durch deren reinigende und abkühlende Wirkung die Benutzung der Gase bedeutend vervollkommnet ist. Bei Anwendung des COINGT'schen Aufgebers [1]) sollen Gichtsand oder Staub und Gichtschwamm am obern Schachtende, sowie auch im Gasfange verschwinden.

Reinigung der Gase.

Wasch-apparate.

Als Beispiele für die Construction solcher Waschapparate mögen folgende dienen:

Auf dem Eisenwerke bei Gaya [2]) in Mähren werden die Gase an der Gicht bei eingehängtem Cylinder in einem ringförmigen Raum von 6 Zoll Weite abgefangen und beim Austritt aus dem Canal im Rauhschachte in ein blechernes Rohr geleitet, welches sich einige Fuss tiefer in 2 Leitungsrohre theilt. Aus diesen gelangen die Gase bei *a* (Taf. III. Fig. 80) in einen auf der Hüttensohle befindlichen Gassammelkasten *b* aus Eisenblech, welcher unten offen ist und auf 4 eisernen Füssen *c* auf dem Boden des theilweise mit Wasser gefüllten hölzernen Kühlgefässes *d* steht. Die in den Sammelkasten *b* tretenden Gase kühlen und reinigen sich über dem Wasser und verlassen ersteren durch mit Schiebern versehene Rohre *e* und *f*. Das Rohr *e* führt zum Winderwärmungsapparat das Rohr *f* zu 3 Dampfkesseln, deren jeder durch ein mit einem Schieber versehenes Zweig-

1) B. u. h. Ztg. 1857. No. 43.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 148.

rohr die Gase zugeführt erhält. Die Rohre münden über den Heizthüren unter die Kessel, wo die Gase verbrennen und dann in eine 90 Fuss hohe Esse ziehen.

Man will jetzt einen Wasseralfinger Winderhitzungsapparat erbauen, durch welchen hindurch sämmtliche Gase unter die Kessel strömen sollen. Zwischen den Wänden des Sammelkastens und des Wasserbottichs befindet sich ein solcher Zwischenraum, dass man mittelst einer Kratze den am Boden sich absetzenden Schlamm entfernen kann.

Zu Vordernberg [1]) sind Reinigungsapparate von nachstehender Einrichtung (Taf. III. Fig. 81, 82) seit mehreren Jahren mit Vortheil in Anwendung. Die bei eingehängtem Cylinder an der Gicht aufgefangenen Gase (Taf. III. Fig. 76) werden durch eine blecherne Röhre *a* auf die Hüttensohle herabgeleitet und treten hier in den Reinigungskasten *b*, welcher in den Wasserbehälter *c* taucht. Durch das Rohr *d* treten die Gase wieder aus. Die Sicherheitsventile *e* dienen hauptsächlich zum Reinigen, weniger sind sie der Explosionen wegen angebracht, welche bei vorsichtiger Behandlung nicht leicht vorkommen. Mittelst einer Krücke wird der abgesetzte Gichtstaub von Zeit zu Zeit aus dem Behälter *c* ausgezogen.

Einen etwas einfacheren Apparat stellt Fig. 83 auf Taf. III dar. *a* Gaszuführungsrohr; *b* Reinigungskasten; *c* Wasserbehälter; *d* Gasableitungsrohr; *e* Sicherheitsventil.

Eine sehr wirksame Vorrichtung, welche sich auch auf Vordernberger Hüttenwerken befindet, besteht darin, dass man die Gase mittelst der Röhren *a* und *b* (Taf. III. Fig. 83^a) durch zwei Behälter *c* und *d* circuliren lässt und sie dann erst durch *e* abführt.

Zur Friedrich Wilhelmshütte bei Mühlheim an der Ruhr findet eine ähnliche Reinigung der Gase von dem lästigen Flugstaub statt.

Nachstehende Beispiele sollen zeigen, in welcher Weise man die Gichtgase auffängt und verbrennt.

Beispiele für die Benutzung der Gichtgase.

1) Benutzung der Gase auf der Gicht.

---

1) Rittinger's Erfahrungen. 1858. S. 31.

a) Auf den Oberharzer Eisenhütten werden die Gichtgase entweder nur zur Erhitzung der Gebläseluft allein (Königshütte, Altenauer Hütte), oder gleichzeitig zur Dampfkesselheizung (Rothehütte und Lerbacher Hütte) verwandt. Die Ableitung derselben findet bei eingehängtem Cylinder nahe unter der Gicht statt, wie aus der nachstehend beschriebenen Vorrichtung zu Rothehütte ersichtlich ist (Taf. III. Fig. 84, 85). *a* und *b* innere und äussere gusseiserne Cylinder, welche den Gasfang bilden. *c* an den innern Cylinder angegossene Zapfen, welche eine Veränderung in der Stellung des Cylinders verhindern sollen. *d* Gasreservoirs. *e* Canal zur Abführung der Gase in den Wasseralfinger Winderhitzungsapparat nach *A*. *f* Canal, zum Dampfkessel führend. *g* Canäle zur Luftzuführung in den Winderhitzungsapparat.

b) Auf schwedischen Hüttenwerken[1]), z. B. zu Danemora, werden Hohofengase behuf Röstung der Eisensteine nach der Wasseralfinger Methode in einer einzigen Oeffnung von ungefähr 1 Fuss Querschnitt 10—14 Fuss unter der Gichtmündung der Oefen abgeleitet. Man stellt die Mündungen der Gasfänge im Hohofenschacht lieber zu gross, als zu klein her, weil bei einem grösseren Mündungsquerschnitt in Folge der schwächeren Gasausströmung eine geringere Erhitzung und dadurch weniger leicht eine Erzsinterung am Gasfange eintritt.

Figur 86 auf Taf. III. stellt einen zu Kärns in Wermland vorhandenen Hohofen mit Gasfängen dar, welche das Gas behuf verschiedener Verwendung in 10 Fuss 9 Zoll Tiefe unter der Gicht abführen. *a* Gasfang. *b* Raum zum Absetzen von Flugstaub. *c* Gasabführungsröhre. *d* Oeffnung auf der Gichtsohle, mit einem Deckel versehen und dieser mit Asche bedeckt. *e* Gasfang für die an der Gicht zu benutzenden Gase.

Von ähnlicher Construction sind die Gasfänge an den Hohöfen zu Danemora. Aus letzteren wird das Gas in 10 Zoll weiten Röhren von Eisenblech gewöhnlich über

1) Tunner, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 24. — B. u. h. Ztg. 1852. S. 601.

20 Klafter weit in Röstöfen geleitet, deren Oeffnung zur Aufnahme der Gase entweder in gleichem Niveau mit dem Gasfang oder 1—2 Fuss tiefer liegt. Man leitet das Gas in ein gusseisernes Kranzrohr um den Röstofen (Taf. VII. Fig. 172, 173) herum, und lässt es aus 10 Ansatzröhren durch passende Canäle unten in den Röstofen an dessen Peripherie eintreten. Die zum Verbrennen der Gase erforderliche Luft dringt durch die 5 Ausziehöffnungen für das geröstete Erz ein. Hört durch Eintreten irgend welchen Umstandes, z. B. durch Schwächung des Gebläses, die Spannung der Gase im Hohofen auf, so saugt letzterer durch die Gasleitung Luft aus dem Röstofen, die Kohlen fangen bei dem Gasfang an zu brennen und es treten in Folge dessen Störungen im Hohofengange ein. Es muss deshalb zwischen Hohofen und Röstofen ein Schieber angebracht sein, um nöthigenfalls die Communication zwischen beiden absperren zu können.

Auch auf englischen Hütten, z. B. zu Dundyvan [1]), ist die Wasseralfinger Methode zur Gasableitung üblich.

2) Benutzung der Gichtgase auf der Hüttensohle.

a) Auf der neuen Hohofenanlage auf der Quint bei Trier [2]) ist in die Gicht ein 6 Fuss hoher und 5 Fuss weiter Cylinder von $^1/_4$zölligem Eisenblech eingehängt. Aus dem 9 Zoll weiten Zwischenraume zwischen Cylinder und Ofenwandung werden die Gase durch ein 27 Zoll breites und 18 Zoll hohes Rohr in einen gusseisernen Sammelkasten geführt und von hier durch zwei Blechröhren von 18 Zol Durchmesser und $^1/_8$ Zoll Blechstärke auf die 12 Fuss tiefer liegende Sohle des Dampfkesselhauses geleitet. Jede dieser Röhren mündet in einen gemauerten Canal *a* (Taf. IV. Fig. 87), welcher oben mit Eisenplatten unter Sandverschluss bedeckt ist. Aus diesem Canal treten die Gase in einen aus eisernen Platten zusammengeschraubten Sammelkasten *b*, dessen Platte nach dem Kessel hin in 3 Reihen etwa 30 Stück 6 Zoll lange Düsen *c* enthält. Letztere gehen durch Oeffnungen in der Platte *d* hindurch, welche an den Rändern

1) Polyt. Centr. 1853. S. 990.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 234.

so ausgezahnt sind, dass durch die entstehenden Oeffnungen *e* die zum Verbrennen der aus den Düsen tretenden Gase erforderliche Luft eintritt. Ein Blechschornstein von 70 Fuss Höhe bringt den nöthigen Luftzug hervor. Die Gase verbrennen in dem Feuerrohr *f*.

b) Einfacher, als diese Verbrennungsvorrichtung, und doch ausreichend sind die Methoden, bei welchen das Gas über einen mit glühendem Brennmaterial versehenen Rost geleitet wird (pag. 316), z. B. zu Geislautern[1]), zur Friedrich Wilhelmshütte[2]) bei Mühlheim an der Ruhr, bei Vordernberger Hohöfen[3]) etc. Der SESSLER'sche und FRIEDAU'sche Hohofen in Vordernberg mit resp. 2000 und 3000 Ctnr. Wochenproduction liefern mehr als hinreichend Gase zur Erhitzung des Windes, zur Kesselfeuerung und zur Röstung der Erze. Die Entziehung und Verbrennung der Gase bleibt daselbst für alle diese Anwendungen dieselbe (Taf. III. Fig. 76.). Bei einem eingehängten Blechcylinder von 30 Zoll Weite und 6½ Fuss Höhe werden die Gase 18 Zoll unter der Gicht durch 18 Zoll weite Röhren bei übrigens offener Gicht auf die Hüttensohle geleitet, hier zunächst durch einen Waschapparat (pag. 319, Taf. III, Fig. 81—83) über eine 12 □Fuss grosse Wasserfläche geleitet und dann den Verbrennungsstellen zugeführt. Die überflüssigen Gase treten durch ein Rohr nach oben aus und beleuchten die Gicht zur Nachtzeit. Die Heizung eines Lufterhitzungsapparates[4]) geschieht auf nachstehende Weise (Taf. IV. Fig. 88, 89.): Die gereinigten Gase treten in den gusseisernen Kasten *a* und durch einen gegen die Mündung schlitzartig sich erweiternden Schnabelansatz *b* in den Verbrennungsraum über einen Rost *c*, auf welchen beim beginnenden Betriebe einige brennende Kohlen geworfen werden. Sodann wird ein Schieber in *d* erst langsam geöffnet, wenn bei demselben der Geruch nach den Gasen deutlich wahrzunehmen ist, worauf sich die anfangs spärlich ein-

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 235.
2) Ebend.
3) Oester. Zeitschr. 1855. No. 52. B. u. h. Ztg. 1856. S. 90.
4) RITTINGER's Erfahrungen. 1858. S. 31.

ziehenden Gase sogleich entzünden. Durch eine Esse von 72 Fuss Höhe wird Zug herbeigeführt, welcher das genügende Eindringen von Verbrennungsluft durch die verschlossenen Putzthüren *e* veranlasst. Da die Menge der zuzuführenden Gase in der Willkür liegt, so ist ein Saugen aus dem Hohofenschachte in Folge des kräftigen Luftzuges kaum zu besorgen. *f* Winderhitzungsapparat.

c) Eine Verbrennung der Gase durch erhitzte Gebläseluft findet zu Thiergarten[1]) in Baden statt. Die Gase werden 8—9 Fuss unter der Gicht auf eine als sehr zweckmässig empfohlene Weise aufgefangen und in ein gusseisernes Reservoir *a* (Taf. IV. Fig. 90) geführt, aus welchem sie durch einen Schlitz *b* ausströmen und sich in dem Raum *c* mit heisser Gebläseluft mischen, welche in das Reservoir *d* geleitet wird und aus demselben durch Düsen *e* ausströmt. Nach dem Erhitzen der Windröhren *f* treten die verbrannten Gase am hintern Ende des Apparates aus und gehen theils in eine Esse, theils in Holzdarröfen.

Zur Erhöhung der Temperatur im Wasseralfinger Winderhitzungsapparat kann man von dem Windleitungsrohr, welches den Wind von der Gicht herabführt, ein kleines Windrohr ab- und bis dorthin leiten, wo die Gase von der Gicht ausströmen und dann, mit erhitzter Luft verbrennend, eine höhere Temperatur geben. Das kleine Windrohr muss zum Oeffnen und Schliessen und zum Abnehmen eingerichtet sein.

d) Stein[2]) hat eine sehr vortheilhafte Methode zur Trocknung der Formen, Formmaterialien etc. bei Eisengiessereien durch Hohofengase auf der Hüttensohle angegeben, wobei der Hohofenprozess nicht gestört wird und etwaige Ungleichheiten in der Gasproduction durch ein Gasreservoir auszugleichen sind.

e) Verschiedene Beispiele von der Benutzung der Gichtgase, sowie die lehrreichen Erfahrungen von Thomas und Laurens über Auffangen, Waschen und Verbrennen der

1) Bericht über die erste allgem. Versammlung von Berg- und Hüttenmännern in Wien. 1859. S. 67.

2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 313.

Gichtgase finden sich mitgetheilt in: PECLET, die Anwendung der Wärme, deutsch von HARTMANN. 1860. Bd. I, S. 255.

Begriff von Generatorgasen.

§. 55. Generatorgase.[1]) Die Verwendung der Gichtgase als Brennmaterial hat, wie bereits bemerkt worden, darauf geführt, feste Brennmaterialien, die sich zu einem bestimmten Zwecke ohne Weiteres nicht anwenden lassen, z. B. aschenreiche fossile Brennstoffe, Brennmaterialklein u. dgl., in Gase umzuwandeln, welche dann bei zweckmässiger Verbrennung den geforderten Effect leisten.

Aber auch gute Brennmaterialien können zuweilen auf diese Weise am vortheilhaftesten ausgenutzt werden, indem dieselben bei passender Vorbereitung Wärmemengen geben, welche den theoretisch berechneten nahe kommen.

In Gegenden, welche mit Steinkohlen nicht reichlich gesegnet sind, ist der Gashüttenbetrieb die einzig rationelle Betriebsweise, desgleichen, wenn zu Gebote stehende gute Steinkohlen theuer sind.

Erzeugung der Gase.

Die Umwandlung der festen Brennmaterialien in gasförmige geschieht in schachtofenförmigen Räumen (Gasgeneratoren), welche mit ersteren theilweise angefüllt sind. Indem nun in den untern Theil des Generators Zug- oder Gebläseluft geleitet wird, bildet sich daselbst Kohlensäure und Kohlenoxydgas in wechselnden Mengen, je nach der Dichtigkeit des Brennstoffes, der Spannung der zugeführten Luft etc. Beim Aufsteigen der Gase durch die überliegenden erhitzten Brennmaterialschichten, deren Höhe nach der Qualität und Grösse der Brennmaterialstücke variirt, ver-

---

1) Literatur über Benutzung der zu metallurgischen und technischen Zwecken selbstständig erzeugten Gase in: ZERRENNER's metallurgischer Gasfeuerung. Wien 1856. — HARTMANN, über den Eisen-, Kupfer-, Zink- und Bleihüttenbetrieb mit brennbaren Gasen. Heft 1—3. 1844, 1845, 1850. — BISCHOF II, die indirecte etc. Nutzung der rohen Brennmaterialien. Quedlinburg 1856. — LE PLAY, Grundsätze. Freiberg 1854. — LAN, über die Grundsätze der besten Verwendung der Brennmaterialien beim Hüttenbetriebe: B. u. h. Ztg. 1857. S. 15. — GRUNER, über die beste Verwendungsweise der Brennmaterialien beim Hüttenbetriebe: B. u. h. Ztg. 1857. S. 23. — THOMA, in B. u. h. Ztg. 1851. S. 1; 1857. S. 15. PECLET, Anwendung der Wärme, deutsch v. HARTMANN. 1860. Bd. I, S. 255.

wandelt sich die Kohlensäure in Kohlenoxydgas [1]), welches aus dem oberen Theil des Gasgenerators auf passende Weise in einen Heizraum geleitet und hier mittelst kalter oder erhitzter Zug- oder Gebläseluft verbrannt wird. Das auf diese Weise erhaltene Kohlenoxydgas ist mit dem Stickstoff der zugeführten Verbrennungsluft verunreinigt und enthält mehr oder weniger Kohlenwasserstoffgas und Wasserstoffgas in Folge einer in den oberen Brennmaterialschichten stattfindenden trocknen Destillation oder einer zersetzenden Einwirkung gebildeter Wasserdämpfe. Seltener entweichen die Gase nach unten, als nach oben.

Zusammensetzung der Generatorgase.

Die Zusammensetzung der Generatorgase variirt je nach der Beschaffenheit des verwendeten Stoffes, und der grössere oder geringere Kohlensäuregehalt derselben hängt hauptsächlich von der Dichtigkeit und dem Zerkleinerungsgrad, sowie von der Höhe der Brennmaterialschicht im Generator und der Tiefe ab, aus welcher man die Gase ableitet. Die Dicke der Brennmaterialschicht muss mindestens 2—4 Fuss betragen, wenn eine möglichst vollständige Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas stattfinden soll. Sie hängt hauptsächlich davon ab, ob das Brennmaterial dichter oder lockerer und in gröberen oder kleineren Stücken vorhanden ist. Eine je grössere Oberfläche dasselbe der aufsteigenden Kohlensäure darbietet, um so leichter geht diese in Kohlenoxydgas über. In der Meinung, dass zur vollständigen Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas eine dicke Schicht glühender Kohlen erforderlich sei, wurden die ersten Gasgeneratoren übertrieben hoch construirt. Ebelmen's Analysen haben bewiesen, dass eine Höhe von 1 Fuss selbst bei geringer Windpressung und namentlich bei erwärmter Luft genügt. Nach Thomas und Laurens sind für Cokes und Steinkohlen grössere Höhen, bis zu 3 Meter, erforderlich. [2])

Nach Scheerer haben Generatorgase dem Gewichte nach folgende Zusammensetzung und den daraus berechneten Wärmeeffect:

---

1) Erdm., J. f. pr. Ch. LV, 399; LVIII, 483. Peclet c. l. S. 280.
2) Peclet c. l. S. 260, 280.

	Holz I	Holz II	Torf	Holz-kohlen	Cokes
Stickstoff	53,2	55,5	63,1	64,9	64,8
Kohlenoxydgas . .	34,5	21,2	22,4	34,1	33,8
Kohlensäure . . .	11,6	22,0	14,0	0,8	1,3
Wasserstoffgas . .	0,7	1,3	0,5	0,2	0,1
Summa:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Absol. Wärmeeffect	0,095	0,084	0,063	0,079	0,075
Specif. „	0,000124	0,000109	0,000082	0,000103	0,000098
Pyrom. „	1325° C	1165° C	1070° C	1260° C	1240° C

Steigerung des Wärmeeffects.

Der Wärmeeffect steigert sich, je heisser und reicher an Kohlenoxyd die Gase sind, je trockner die Brennmaterialien zur Anwendung kommen, je mehr Kohlenstoff sie enthalten und je heisser der Verbrennungswind angewandt wird. Es lassen sich unter solchen Umständen Temperaturen hervorbringen, welche zum Puddeln und Schweissen des Eisens völlig ausreichen. Nach TUNNER[1]) geben Braunkohlengase einen theoretischen Heizeffect ohne Pressung bis zu 2600° C.

Da (nach Seite 224) beim Verbrennen des Kohlenstoffs zu Kohlensäure eine Temperatur von 2458° C. entsteht, welche bei der Umwandlung in Kohlenoxydgas um etwa 1200° C. wieder sinkt, so erfordert die Gasfeuerung unter allen Umständen ein grosses Opfer an Wärme (an absolutem Wärmeeffect). Dieses Opfer muss in den Fällen gebracht werden, wo es sich um Erzeugung einer hohen Temperatur handelt (pyrotechnischer Effect) und wo das gegebene Material eine directe Verbrennung zu Kohlensäure nicht gestattet. Die Gasfeuerung ist deshalb weniger vortheilhaft, wenn es sich um grosse Wärmemengen handelt, als um hohe Temperaturen.[2])

Vorzüge der Generatorgase vor Gichtgasen und der gewöhnlichen Flamme.

Die Flamme der Generatorgase gibt eine grössere Hitze, als die Flamme der in ihrer Zusammensetzung sehr variiren-

1) Oester. Zeitschr. 1859. No. 19. Berechnung der Temperatur: PECLET c. l. S. 261.
2) Oester. Zeitschr. 1859. S. 65, 163. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 420.

den und mit Kieselstaub etc. verunreinigten Gichtgase. Der in letzteren nur geringe, in den Generatorgasen oft bis 15% und mehr steigende Gehalt an Kohlenwasserstoffgas verleiht den Generatorgasen eine grössere Heizkraft, und bei der darin enthaltenen grossen Menge brennbarer Gase erhält die Flamme die Eigenschaft zu oxydiren und zu reduciren, je nachdem mehr oder weniger Verbrennungsluft zugeführt wird. Auch vor einer gewöhnlichen directen Feuerung hat die Feuerung mit Generatorgasen entschiedene Vortheile. Bei der meist unvollständigen und unregelmässigen Verbrennung entsteht bei ersterer leicht eine von Flugstaub und Rauch getrübte, bald überschüssigen Sauerstoff, bald überschüssiges Kohlenwasserstoffgas enthaltende Flamme (pag. 179).

Die wichtigste Bedingung beim Gasbetriebe neben der Construction der Generatoren und Oefen ist trocknes Brennmaterial.[1])

Material die Gaserzeugung

Zur Darstellung von Generatorgasen benutzt man hauptsächlich Holzabfälle, Tannzapfen, Klein von Holzkohlen und Cokes, Torf, Braunkohlen und Steinkohlen, meist nicht backende. Gute Steinkohlen werden gewöhnlich nicht vergast, sondern direct auf einem Roste verbrannt. Dieselben entwickeln Temperaturen über 2000° C., geben wegen ihrer Dichtigkeit in einem Feuerraum von beschränkter Ausdehnung in gewissen Zeiten eine bedeutende Wärmemenge und entwickeln, indem sie ihre flüchtigen Bestandtheile hartnäckig zurückhalten, durch Destillation einen regelmässigen Gasstrom, in Folge dessen ein zu häufiges, Abkühlung herbeiführendes Schüren vermieden wird. Da die einzelnen Stücke im Feuerraume dichter zusammen liegen und keine grösseren Zwischenräume lassen, so entsteht ein regelmässiger Luftstrom. Anders ist es dagegen mit Torf, Holz u. dgl. Letzteres entwickelt nur Temperaturen von etwa 1700° C., entlässt bei seiner geringeren Dichtigkeit die flüchtigen Elemente rasch und häuft keine hohe Wärmekraft im Feuerraume an, in Folge dessen öfters ge-

---

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 16. Peclet c. l. S. 262.

schürt werden muss. Der Wassergehalt und die vielen Zwischenräume der Brennstoffe im Feuerungsraume äussern auch ihre Nachtheile, welche sich aber durch Vergasung solcher Brennstoffe in Generatoren zum grossen Theil beseitigen lassen.

Zerkleinerungsgrad des Materials.

Behuf ihrer Umwandlung in brennbare Gase müssen die festen Brennmaterialien in einem gewissen Grade der Zerkleinerung angewandt werden. Backende Steinkohlen können pulverförmig sein, magerer Gruss hat am zweckmässigsten ¼—2 Cubikzoll Grösse. Die Steinkohlen verlangen zum Vergasen eine viel höhere Temperatur, als Holz, Torf und Braunkohlen, und erfordern zur völligen Vergasung Unterwind. Beim Vergasen von mageren Steinkohlen oder Anthracit ist die Anwendung von Wasserdämpfen[1]) empfohlen. Braunkohlen haben am besten Eigrösse. Stücktorf verwendet man in Ziegelform. Holz besteht am besten aus 6—10 Zoll langen Stücken mit ¼ □Fuss Querschnitt und darüber. Es lassen sich jedoch auch noch in grösserer Zerkleinerung vorhandene Brennstoffe in zweckentsprechend eingerichteten Generatoren mit Vortheil benutzen, z. B. auf Müller's Heizpult, in Kraft's Ofen u. a. (S. 182, 183).

Holz ist für den Gashüttenbetrieb wegen leichter Magazinirung, geringen Aschengehaltes und grösster Reinlichkeit des Betriebes ein vorzügliches Material; guter Torf kommt ihm nahe, erfordert aber grosse Magazine und bei grösserem Aschengehalte ein öfteres Räumen, muss auch häufig erst vorbereitet werden; dann folgen reinere Braunkohlen, reinere magere Steinkohlen und endlich backende Steinkohlen, welche besonders vorgerichtete Generatoren erfordern.

Von wesentlichem Einflusse auf den Erfolg der Vergasung ist der Wasser- und Aschengehalt der Brennmaterialien.

Wassergehalt.

Enthalten die Gase viel Wasserdämpfe, so wird ihr pyrometrischer Wärmeeffect herabgestimmt, weshalb nur

1) Polyt. Centr. 1846. p. 492. Dingl. CIII, 289. Bgwfd. X, 454; VIII, 505. B. u. h. Ztg. 1849. p. 242.

bei einer, allerdings Kosten herbeiführenden zweckmässigen Vorbereitung eine gute ökonomische Nutzung derselben erzielt wird.

Je nach der mit den Gasen zu erzielenden Temperatur müssen die Brennmaterialien im getrockneten oder gedarrten Zustande zur Verwendung kommen. Holz und Torf müssen wenigstens lufttrocken, am besten aber gedarrt sein; der Torf hat ursprünglich mehr Wasser, als Holz und ist daher schwieriger lufttrocken zu machen und zu dörren, weil letzteres den durchziehenden heissen Gasen mehr Zwischenräume lässt. Man muss, um diesem Uebelstande entgegen zu wirken, die Dörrkammern für Torf kleiner machen, als für Holz, oder durch gleichzeitiges Einbringen von Holz den Torf lockerer legen (Buchscheiden). Völlig gedörrter Torf mit nicht über 6% Asche und gleich nach dem Dörren verbraucht, gibt nicht nur gleiche Temperaturen, wie gedörrtes Holz, sondern die Verbrauchsquantitäten von beiden sind nahe gleich. Braunkohlen zerfallen beim Darren leicht, weshalb sie meist zur Verwendung kommen, nachdem sie durch Liegen in bedeckten luftigen Räumen ihre Feuchtigkeit grossentheils verloren haben. Steinkohlen lässt man nach dem Fördern auch gern einige Zeit in bedeckten Räumen liegen. Von den Vorrichtungen zum Trocknen und Darren der Brennmaterialien war bereits (pag. 186) die Rede.

Aschengel.

Mit dem Aschengehalt [1]) der Brennstoffe steigern sich die Schwierigkeiten, einen regelmässigen Gasstrom zu unterhalten, indem die Asche, namentlich wenn sie — wie dies in den Gebläsegeneratoren meist der Fall ist, — zusammensintert, den Zug schwächt und eine unregelmässige Vertheilung des Luftstromes eintritt. In Folge dessen können, indem unzersetzte Luft in den oberen Theil des Generators tritt, Explosionen entstehen. Beim Ausräumen der Asche treten störende Unterbrechungen des Betriebes ein. So wird z. B. in Kärnten bei der Feuerung mit Torf, gegenüber

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 23, 26. — Tunner Leob. Jahrb. 1857. VI, S. 137; 1860. S. 115.

der Holzfeuerung, wegen des öfteren Reinigens und Schürens 8—10% mehr Torf für die producirte Waare aufgewendet und die Production um nur etwa 10% vermindert, als bei Holz. Bei Rostfeuerungen bleibt in solchen Fällen nichts Anderes übrig, als durch Eintreiben von Eisenstäben oberhalb des Rostes das Brennmaterial abzufangen und durch eine zum Rost führende Thür die Asche auszuräumen, wodurch aber ein intermittirender Betrieb entsteht. Damit eine Unterbrechung des Betriebes nicht eintritt, wendet man zweckmässig zwei Generatoren von kleineren Dimensionen statt eines grösseren an und reinigt dieselben abwechselnd.

MÜLLER's Heizpult (S. 182) gestattet ein bequemes Ausräumen der Asche. Es ist empfohlen, unter dem Rost einen Wasserstand behuf Ablöschung der Cinder und der Asche zu halten.

Bei Gebläsegeneratoren hat man auch wohl dem Brennmaterial Zuschläge gegeben, welche die Asche in eine flüssige Schlacke verwandeln. Diese wird von Zeit zu Zeit durch eine Stichöffnung von der Generatorsohle abgelassen und so ein continuirlicher Betrieb erzielt, aber die Generatorwände leiden dabei zu sehr. Oder man holt die Asche ähnlich heraus, wie bei den Zuggeneratoren, indem man das Brennmaterial über den Düsen durch Eisenstäbe abfängt und unterhalb derselben die Asche auszieht. Um den Ofen während des Reinigens so viel als möglich in Gluth zu erhalten, empfiehlt es sich, Holz vor die Feuerbrücke in den Herd zu legen.

Flugstaubbildung.

Sind gleich die Generatorgase im Allgemeinen reiner, als die Gichtgase, so reissen dieselben jedoch häufig, namentlich bei Gebläsegeneratoren, Flugstaub (pulverförmiges Brennmaterial, Asche) mit fort, welcher die Gasableitungsröhren verengt und, z. B. beim Puddeln und Schweissen, das Eisen verschlechtern und grössern Abbrand veranlassen kann. Man hat aber auch beobachtet, dass die Asche den Eisenabbrand vermindert, indem sie auf demselben eine leicht schmelzende Schlacke bildet, welche das Eisen vor Verbrennung schützt.[1] Durch Anbringung eines Aschen-

1) Leobener Jahrb. 1860. S. 115.

oder **Staubkastens** [1]) lässt sich zwar der Flugstaub grösstentheils zurückhalten, allein solche Räume schwächen wieder die Wirkung der Gase durch den verlängerten Weg.

Walten gleich, wie sich schon aus Vorstehendem ergibt, bei der Gaserzeugung aus festen Brennmaterialien noch manche Schwierigkeiten ob, so hat man doch damit an vielen Orten schon sehr günstige Resultate erzielt, indem es möglich geworden ist, sonst nutzlose Brennstoffe passend zu verwerthen und auch bei früher verwandten durch vollkommenere Verbrennung in Gasform eine Brennmaterialersparung zu erzielen.

Constructi der Gene toren.

Bei jeder Gasfeuerung ist eine Vorrichtung zur Erzeugung und zur Verbrennung der Gase vorhanden.

Die **Gasgeneratoren** befinden sich entweder in einiger Entfernung von dem Verbrennungsraum der Gase (Bischof's, Thoma's, Ebelmen's Generator, Generator zu **Mandelholz** und **Ilsenburg** am Harze etc.) oder sie stehen unmittelbar vor der Feuerbrücke des Verbrennungsraums (**Kärnten**, **Neustadt**, **Zorge** am Harze). Letztere Einrichtung gestattet eine Ersparung an Raum, sowie der Gasleitung, grössere Sicherheit vor Explosionen, die Verbrennung weniger abgekühlter Gase und leichtere Handhabung, während erstere sich besonders empfiehlt, wenn mehrere Oefen mit Gas versorgt werden sollen.

Jeder Flammofen lässt sich ganz einfach und practisch durch Tieferlegen des Rostes in einen Gasofen (Taf. IV. Fig. 92) verwandeln, und bei Klinkerrösten (pag. 181) hat man gleichzeitig die Vortheile einer Lufterwärmung. Solche Gasöfen mit tiefer gelegtem Roste lassen sich jeder Zeit wieder in gewöhnliche Zugflammöfen umwandeln.

Vergleich der Gene ratoren.

Die Haupteintheilung der Generatoren ist die in **Zug-** und **Gebläsegeneratoren**, je nachdem das Brennmaterial im Generator mittelst Zug- oder Gebläseluft verbrannt wird. Man wandte früher die Zuggeneratoren für lockeres, leicht verbrennliches Brennmaterial, dagegen Gebläsegeneratoren hauptsächlich für dichtere Brennstoffe und Brennmaterial-

1) Leobener Jahrb. 1860. S. 351.

klein an, welches letztere bei dem dichten Aufeinanderliegen von der Zugluft nicht gehörig durchdrungen wird. In neuerer Zeit zieht man aber auch für jedes Brennmaterial die Gebläsegeneratoren den gewöhnlichen Rostfeuerungen mit Essenzug vor, weil erstere nachstehende Vortheile gewähren:

1) Vollständige Verbrennung des Brennmaterialkleins und Vermeidung des Verlustes an durch den Rost fallenden Stücken, indem man entweder den Rost ganz weglassen oder die Roststäbe enger zusammenlegen kann.

2) Erzeugung einer bedeutenden Menge Gas mit grösserer Geschwindigkeit.

3) Zuggeneratoren sind zwar einfacher und weniger kostspielig, als Gebläsegeneratoren, haben aber die Unbequemlichkeit, dass man die Gase nicht mittelst niedergehender Röhren, ohne den Zug zu hemmen, auf den Feuerherd leiten kann. In Folge dessen kommt ein Theil des Generators unter der Hüttensohle zu liegen, wenn der Gasabführungscanal sich mit dem Herde in einem Niveau befinden muss.

4) Sicherere Leitung der Gaserzeugung und Verbrennung, indem man die Luftzuführung mehr in der Gewalt hat, als den Essenzug, in Folge dessen Brennmaterialersparung und Hervorbringung grösserer Hitzen. Die Flamme lässt sich verstärken oder vermindern, je nachdem man durch eine einfache Drehung eines Hahnes den Herd- oder Oberwind oder den Generatorwind (Unterwind) vorherrschen lässt.

Als Schattenseiten sind bei den Gebläsegeneratoren hervorzuheben: das häufige Verstopfen der Düsen und, namentlich bei aschenreichem Brennmaterial, die Unbequemlichkeit des Schlacken- und Aschenausräumens. Man leitet bei leicht verbrennlichem und in grösseren Stücken vorhandenem Brennmaterial den Wind gewöhnlich durch eine weitere Düse in einiger Entfernung über dem Boden in den Generator, oder der Wind tritt bei dichterem Brennmaterial und Brennmaterialklein durch mehrere Düsen ein, gewöhnlich aus einem gemeinschaftlichen Windkasten. Dieser hat alsdann an der Hinterseite mit den Düsenöffnungen correspondirende, beim Betriebe mit einem Pfropfe versehene Löcher, durch

welche die Düsen gereinigt werden können. An der einen Seitenwand unterhalb der Düsen befindet sich eine verschliessbare Oeffnung zum Ausräumen der Asche, wenn kein Rost vorhanden ist. Bei sehr aschenreichem und zerfallendem Brennmaterial lässt man den Rost am besten weg, weil er sich zu bald verstopft. Der Unterwind zur Gasbildung wird mit geringer Pressung und meist kalt in den Generator geführt, um Rost und Wandungen zu schonen. Manche schwedische Gasschweissöfen arbeiten indess auch mit heissem Wind, welcher gleichzeitig Verbrennungswind für die Gase sein kann (Taf. V. Fig. 116).

Aufgebe-vorrichtung.

Einen wichtigen Theil der Gasgeneratoren bildet die Vorrichtung zum Aufgeben des Brennmaterials, welche möglichst so construirt sein muss, dass beim Schüren weder die äussere Luft in den Generator eindringen, noch brennbare Gase entweichen können. In ersterem Falle bilden sich leicht explosive Gasgemenge, mindestens ändert sich aber das normale Verhältniss zwischen Gas und Luft, in Folge dessen die Gase zu früh verbrennen oder die Flamme auf dem Arbeitsherd einen sehr veränderlichen Ueberschuss an Luft enthält und die Temperatur sinkt.

Bei einem Zuggenerator mit Esse ist weniger Gefahr vorhanden, dass beim Aufgeben Gase entweichen, als dass atmosphärische Luft in den Generator gesogen wird; bei den Gebläsegeneratoren ist es umgekehrt. In letzteren ist die Pressung der Gase oft so stark, dass die Flamme, namentlich wenn frisch gefeuert wird, aus der Arbeitsöffnung herausschlägt. Fällt dieselbe dem Arbeiter lästig, so kann man sie durch eine $1/4$ Z. breite und 2 — 4 Z. hohe Düse, welche derselben kalte Luft entgegenbläst, seitwärts oder nach dem Innern des Ofens zu treiben. Das Aufgeben geschieht entweder von oben oder seitwärts.

Die gebräuchlichsten Vorrichtungen beim Aufgeben von oben bestehen darin, dass man

a) den Aufgebebehälter *a* (Taf. IV. Fig. 91) mit einem Blechdeckel *b* versieht, dessen umgebogene Ränder in eine vertiefte Einfassung eingreifen, welche mehrere Zoll tief und

breit mit feinem Sand[1]) ausgefüllt ist. In einiger Entfernung unter dem Blechdeckel befindet sich ein Schieber *c*, mittelst einer Zugstange *d* zu bewegen, welche in der luftdichten äussern Umhüllung des Schachtes durch eine einfache Stopfbüchse läuft. Beim Chargiren wird der Schieber *c* eingeschoben, der Deckel *b* abgehoben, der Raum *a* mit Brennmaterial gefüllt, dann der Deckel wieder aufgesetzt und der Schieber aufgezogen. Der Deckel gewährt dann einen vollständigen Abschluss, während ein Schieber allein zu Gasverlusten führt. Um beim Abheben des Deckels von den unter demselben befindlichen Gasen nicht belästigt zu werden, lässt man dieselben zuvor durch eine mit einem Reiber *e* versehene Oeffnung aus. BISCHOF hat zuerst einen solchen Verschluss, der auch von TUNNER[2]) empfohlen wird, angewandt.

b) in die Gichtöffnung einen Cylinder einhängt, ähnlich wie beim Auffangen der Gichtgase, durch diesen beim Aufgeben rasch Brennmaterial einträgt und ihn dann mit einem Deckel versieht. Bei diesem Verfahren ist zwar ein Gasverlust eher möglich, als bei dem vorigen, allein dasselbe ist einfacher (Taf. IV. Fig. 109; Taf. V. Fig. 121.).

c) LE PLAY empfiehlt die Anwendung eines hohlen Cylinders von Gusseisen oder Blech, welcher seiner Länge nach oberflächlich eine 14 Zoll weite Oeffnung hat und sich frei um seine Axe in einer hölzernen engen Umhüllung über dem Generator dreht. Nachdem der Cylinder, seine Oeffnung nach oben, mit Holz gefüllt, dreht man ihn mittelst eines Rades um die Hälfte seiner Peripherie und lässt so das Holz in den Generator fallen. Der Cylinder muss in einige Entfernung über die Feuerbrücke gelegt werden, damit die Temperatur der über dieselbe ziehenden Gase ihn nicht trifft.

Beim Aufgeben von der Seite (Taf. IV. Fig. 96) wird das Schürloch gewöhnlich durch eine massive, an einem Hebel auf und nieder bewegliche Thür geschlossen. Sowohl das Gewicht, als eine geneigte Lage der Thür begünstigt einen guten Verschluss (Kärntner Gasöfen).

1) Ueber Sandverschluss: DINGL., CXII, 462.
2) TUNNER, über das Eisenhüttenwesen in Schweden. S. 53.

Form und Grösse der Generatoren.

Die Grösse der Generatoren ist hauptsächlich durch die Beschaffenheit des Brennmaterials bedingt. Je poröser und voluminöser dasselbe, um so grösser müssen die Dimensionen der Generatoren gewählt werden. Form und Querschnitt ist ziemlich gleichgültig.

Gasverbrennungsapparat.

Die Verbrennung der erzeugten Gase, welche zur Absetzung des Flugstaubs zuvor meist einen Sammelraum passiren, geschieht seltener im oberen Theile des Generators selbst (Taf. V. Fig. 116, 119), als über und vor der Feuerbrücke des zu heizenden Herdraumes; desgleichen dient zur Verbrennung weniger häufig erwärmte Zugluft (Taf. IV. Fig. 92), als erhitzte Gebläseluft, sogenannter Oberwind im Gegensatz zum Generator- oder Unterwind.

Faber du Faur brachte bei seinem Gichtgaspuddelofen behuf Verbrennung der Gase im Gassammelraum innerhalb des Ofens einen um seine Axe beweglichen und mit Düsen versehenen Cylinder an, aus welchem der in ersteren geleitete Wind über die Feuerbrücke strömte, sich mit den Gasen vermischte und dieselben verbrannte.[1]) Die Düsen haben entweder sämmtlich dasselbe, oder einige ein abweichendes Stechen (Krems).[2]) Bei Thomas' und Laurens' Vorrichtung lässt sich die Flamme nach Belieben leicht oxydirend oder reducirend machen.[3]).

Diese ältere, auch auf Feuerungen mit Generatorgasen übertragene Einrichtung (Taf. IV. Fig. 103—105) gestattet, da man den Düsen eine verschiedene Richtung geben kann, die Leitung der Flamme und somit der Hitze auf bestimmte Puncte im Herde, hat aber die Schattenseite, dass die Vorrichtung zu sehr von der Hitze leitet. Man hat diesen Uebelstand dadurch zu beseitigen gesucht, dass man das Windrohr ausserhalb des Ofens vor der Feuerbrücke anbringt, und nur die Düsenenden in den Gassammelraum einmünden lässt (Taf. IV. Fig. 110), oder im Gewölbe über der Feuerbrücke einen Windkasten einmauert, aus welchem der Wind durch mehrere schräge oder vertikale Schlitze (hinter einem Absatze des Gewölbes) eintritt (Taf. V. Fig.

1) B. u. h. Ztg. II, 697.
2) Zerrenner, met. Gasfeuerung. 1856. S. 228.
3) Péclet, c. l. S. 258.

114, 119), oder man führt den Wind nach dem Kärntner Principe aus einem Reservoir über dem Gewölbe, statt aus mehreren Düsen, aus einem Schlitze auf die Feuerbrücke, wobei ein sehr gleichmässiges Verbrennen eintritt (Taf. IV. Fig. 96, 98).

Der Querschnitt der Ausströmungsöffnung wird durch eingesteckte breitere oder schmälere Keile regulirt, welche auch einem Werfen und Verziehen der Ränder entgegenwirken.

Erhitzung des Windes.

Man wendet den Gasverbrennungswind mit einer gewissen Geschwindigkeit und mit bis 400° C. steigender Temperatur, d. h. unter Verhältnissen an, welche zu einer intensiven und augenblicklichen Verbrennung am geeignetsten sind.

Die Erhitzung des Windes geschieht in zweckmässigen Vorrichtungen durch die aus dem Ofen abgehende Hitze. Bei Zuggeneratoren geschieht das Erhitzen wohl neben dem Roste (Taf. IV. Fig. 92, 93) oder unter demselben (Taf. IV. Fig. 96); am einfachsten und bei der geringsten Länge der Windleitungsröhren findet die Erhitzung im Herdrande oder in der Feuerbrücke (Taf. IV. Fig. 106; Taf. V. Fig. 112), auch wohl in der Esse (Taf. IV. Fig. 104, 110) statt, wo die Wärmeentziehung am wenigsten von Einfluss ist. Nicht bewährt hat sich die Vorrichtung, einen mit Scheidewänden versehenen Kasten die Decke des Fuchscanals bilden zu lassen, weil der Boden des Kastens leicht springt, Wind dort ausströmt und der Zug dadurch gehemmt wird (Taf. V. Fig. 119).

Man stimmt die Hitze im Verbrennungsraume entweder dadurch, dass man mittelst passend angebrachter Register die Menge des Ober- und Unterwindes verändert, oder den Oberwind stärker erhitzt, oder den Generator mit mehr oder weniger Brennmaterial speist. Durch Verbindung dieser Wirkungsmittel lässt sich die Temperatur noch mehr steigern. Hat man gleich den Luftzutritt bei Gebläsegeneratoren mehr in der Gewalt, als bei Zuggeneratoren, so lassen sich doch in der Praxis die Mengen des Windes nicht genau abmessen, was zur Hervorbringung der grössten Intensität des Feuers wünschenswerth wäre. Durch Anwendung des Oberwindes in erhitztem Zustande wird diese

Schwierigkeit noch vermehrt. SCHINZ [1]) hat versucht, dieselbe durch einen selbstwirkenden Regulator zu beseitigen.

Die Vertheilung des Ober- und Unterwindes richtet sich nach den Umständen der Gasificirung. Bei den Kärntner Holzgaspuddelöfen z. B. erfordert 1 Theil gedarrtes Holz 6,19 Theile Luft, wovon $^1/_{10}$ als Unterwind dient.

Passend Gebläse

Bei Gebläsegeneratoren reicht man in allen Fällen mit einem guten Ventilator aus, z. B. einem solchen von FABRY, LEMIELLE [2]), RITTINGER [3]), SCHWARZKOPF [4]) u. A. Der zu Mandelholzer Hütte am Harze beim Torfgaspuddeln benutzte Patentventilator ist im Notizblatt des Hannov. Architect.- und Ingen.- Ver. 1859. Heft 1. S. 52 beschrieben.

Auch sind Schneckengebläse für Gasöfen empfohlen. [5])

Beispiele

Im Nachstehenden sollen Beispiele für die gebräuchlichsten Constructionen der Gasgeneratoren gegeben werden.

A. Zuggeneratoren.

Zuggeneratoren.

1) Zuggenerator mit Verbrennung der Gase durch erhitzte Zugluft.

Freiberger Generator

Ein solcher kommt da mit Vortheil zur Anwendung, wo es sich nicht um die Erzeugung sehr hoher Temperaturen handelt, z. B. beim Rösten. In Freiberg [6]) haben Röstflammöfen unmittelbar vor der Feuerbrücke einen Generator von der aus Fig. 92, 93. Taf. IV. ersichtlichen Einrichtung.

Durch die verschliessbare Oeffnung *a* wird der Schacht *b* mit Reisig gefüllt. Zu beiden Seiten des Feuerungsraumes laufen zwei Canäle *c* und *d* in die Höhe und bei *e* zusammen, durch welche die zum Verbrennen der Gase dienende Luft ein- und sodann in den Gasabführungscanal *f* tritt und sich mit den Gasen mengt. Zur Regulirung der Verbrennungsluft dient der Schieber *g*; *h* sind Beobachtungslöcher.

1) B. u. h. Ztg. 1857. p. 75.
2) Ebend. 1857. S. 33.
3) RITTINGER's Centrifugal-Ventilatoren und Centrifugalpumpen. Wien 1858. — Oester. Zeitschr. 1855 No. 17, 52; 1857. No. 17. — B. u. h. Ztg. 1856. S. 203; 1857. S. 174. — TUNNER's Stabeisen- und Stahlbereitung. 1858. Bd. I, S. 186. — PECLET, Anwendung der Wärme, deutsch v. HARTMANN, 1860. 1. Thl. S. 210.
4) B. u. h. Ztg. 1857. S. 16. Polyt. Centr. 1856. No. 4.
5) Bgwfd. IV, 479.
6) GRÜTZNER, die AUGUSTIN'sche Silberextraction. 1851. p. 41.

2) Zuggenerator mit Verbrennung der Gase durch Gebläseluft.

Hierher gehören z. B. der BISCHOF'sche Generator[1]), welcher andern Constructionen vielfach zur Norm gedient hat, und die Holzgasgeneratoren der Kärntner Schweissöfen.

BISCHOF's Generator.

a) BISCHOF's Generator (Taf. IV. Fig. 94). *a* Klappe mit Charnier zum Aufklappen etc. *b* Kranz mit Sandfüllung. *c* Raum zur Aufnahme der jedesmaligen Füllung von Brennmaterial. *d* Schieber mit Falz an 2 Seiten, vorn mit angenietetem Stab und Griff zum Oeffnen. *e* Kranz. *f* Füllung (gesiebte Sägespäne). *g* Canal zum Ableiten der Gase. *h* Schieber zur Regulirung der abziehenden Gasmengen. *i* Düsen, durch welche Gebläseluft zum Verbrennen der Gase ausströmt. *k* Ofenschacht. *l* Schief liegender Rost. *m* Aschenfall. *n* Eiserne Vorsetzthür mit mehreren Oeffnungen zur Regulirung des Luftzutritts. *o* Eiserne Vorsetzthür, zu dem Innern des Ofens führend. *p* Löcher, mit Steinen verschliessbar, zur Beobachtung der Temperatur.

Kärntner Generator.

b) Holzgasgenerator der Kärntner Schweissöfen[2]) (Taf. IV. Fig. 95—101). Fig. 95 Horizontaldurchschnitt nach *ABCD*. Fig. 96 Vertikaldurchschnitt nach *EF*. Fig. 97 Seitenansicht nach *IK*.

a Schweissherd. *b* Schweisssohle von Quarzsand. *c* Arbeitsthür. *d* Luftzuführungscanal. *e* Gasgenerator. *f* Roststäbe, auf den gusseisernen Balken *g* ruhend. *h* Raum zur Aufnahme der Asche und der durch den Rost fallenden Kohlen. *i* Aschenfallthür. *k* Thür vor dem Schürloche, deren Gewicht, so wie die geneigte Lage zum guten Verschlusse beitragen. *l* Hebel zum Oeffnen und Schliessen der Schürlochsthür. *m* Windleitungsröhre vom Gebläse her. *n* Gekrümmte Röhre, in welcher der Wind durch die Strahlung und Berührung der Cinder im Aschenfall, des Brennmaterials und der Generatorwände erhitzt wird. *o* Verbindungsröhre zwischen der Lufterhitzungsröhre *n* und der

1) BISCHOF, die indirecte, aber höchste Nutzung der rohen Brennmaterialien etc. Quedlinburg 1856. B. u. h. Ztg. III, 337; 1844. p. 528. Bgwfd. IX, 465; XI, 633.

2) LE PLAY, Grundsätze etc. 1854. S. 179.

Form p (Fig. 96—99), mit einem Hahne q versehen. Die platte Form p ist von Blech und erweitert sich schlitzartig. Die Mündung derselben e^1 (Fig. 98) besteht aus zwei starken Blechplatten, die durch Schraubenbolzen mit dem dünnen Blech des Körpers der Form p verbunden sind und sich leicht auswechseln lassen. Kleine Keile von Schmiedeeisen e^2 halten die Platten in gehöriger Entfernung von einander (Fig. 99 Durchschnitt bei TU; Fig. 100 Durchschnitt bei VX; Fig. 101 Vertikaldurchschnitt nach QR). r Feuerbrücke. s Fuchs. t geneigte Ebene, auf welcher die Schlacken abfliessen. u Esse. v Ausgeflossene Schlacke.

B. Gebläsegeneratoren.

1) Generatoren mit Rost.

Gebläsegeneratoren mit Rost. Französische Generatoren.

a) Holzgasgenerator zu Villotte bei Chatillon[1]) (Taf. IV. Fig. 102—105).

a Generator, dessen Kernschacht aus feuerfesten Steinen, das äussere Gemäuer aber aus gewöhnlichen Ziegeln besteht. b Roststäbe, auf gusseisernen Trägern c ruhend. d Aschenfall, mit einer blechernen Thür verschliessbar. e Röhre für Gebläsewind, welchen man einströmen lässt, sobald die Temperatur im Puddelofen gesteigert werden muss. f Länglich viereckiger gusseiserner Aufgebekasten mit blechernem Deckel g und einem auf Leisten gehenden Schieber h, welcher mittelst des Hebels i bewegt werden kann. t gusseiserne Deckplatte, auf welcher der Kasten f steht. Die aus der 1,70 Meter hohen Brennmaterialschicht entwickelten Gase treten durch den Canal k und die Oeffnung l in die Flugstaubkammer m und von da über die Feuerbrücke n in den Puddelofen A. Der von einem Ventilator gelieferte Gasverbrennungswind erhitzt sich in der Röhre o durch die heissen Gase, welche aus dem Raume B zum Vorwärmen des Roheisens ausziehen, und gelangt durch die Röhre p in die bewegliche Trommel q, indem erstere

1) Bulletin de la Soc. de l'Ind. min. I, 473. Dingl., polyt. Journ. Bd. 143. S. 414.

in letztere zur Erleichterung der drehenden Bewegung nur durch die Reibung tritt. Aus *q* strömt der Wind durch 7 Düsen aus starkem Eisenblech, — welche mit Lehm beschlagen und nur durch Reibung in *q* befestigt sind, so dass sie ausgewechselt werden können, — auf die Feuerbrücke aus und verbrennt die Gase. Die Temperatur der Gase beträgt bei ihrem Ausströmen aus dem Generator 260 bis 300° C., die Gebläseluft hat eine Temperatur von 170 bis 200° C. Die Pressung des Windes beträgt nur einige Centimeter Wassersäule.

Die aus dem Winderhitzungsraume abgehenden Gase dienen noch zum Darren des Holzes für den Generator, treten in die Röhre *g* (Taf. II. Fig. 58) zu diesem Behufe ein und gelangen zuletzt in die Esse *h*.

Man chargirt im Gasgenerator alle 8 Minuten und überzeugt sich nöthigenfalls von dem Niedergange des Holzes, indem man den Schieber ein wenig öffnet und mit einer dünnen Eisenstange misst. Reissigbündel werden zuvor mit Holzstücken bepackt. Beim Inbetriebsetzen wärmt man den Generator zunächst dadurch ab, dass man ihn anfangs mit nur lufttrocknem Holze speist, welches viel Rauch entwickelt und an alle kalten Theile Wasser absetzt. Dann gibt man etwas Wind und entzündet das Gas durch Einwerfen brennender Späne. Hierauf chargirt man den Generator mit gedarrtem Holz und versetzt den Puddelofen allmälig in Weissgluth, wozu etwa 10—12 Stunden gehören.

Generatoren mit MÜLLER's Heizpult.

b) Generatoren mit dem MÜLLER'schen Heiz- oder Blasepult. [1])

Das Brennmaterial verbrennt auf einer durchlöcherten gusseisernen Platte, unter welche Gebläseluft geleitet wird. Diese Einrichtung gewährt im Vergleich mit einer gewöhnlichen Rostfeuerung grosse Vortheile, es lassen sich alle Arten Brennmaterial anwenden, namentlich aschenreiches Klein; dasselbe verbrennt vollständig, das Ausräumen der Asche

---

1) Leobener Jahrb. 1854. S. 247; 1860. S. 346. — ZERRENNER, met. Gasfeuerung. S. 178. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 130; 1859. S. 224; 1860. S. 208.

lässt sich bequem bewerkstelligen, es wird ein gleichmässig aufsteigender Gasstrom erzielt und man spart die Roststäbe. Der eiserne Kasten wird wenig angegriffen. Man legt den Blasepult entweder unmittelbar neben die Feuerbrücke (Buchscheiden, Prävali etc. in Kärnten, Krems in Steyermark etc.), oder bringt ihn in einem isolirt stehenden Generator an (z. B. zur Mandelholzer Hütte am Harze).

Die Gase werden hauptsächlich zum Puddeln und Schweissen benutzt.

Kärntner Generato

α) Torfgasgenerator zu Buchscheiden in Kärnten neben der Feuerbrücke eines Puddelofens (Taf. IV. Fig. 106 und 107). *a* Generator. *b* Schüröffnung. *c* Heizpult, aus gusseisernen Platten bestehend, welche durch Schrauben dicht zusammengezogen sind. Die obere schräg liegende Platte enthält 24—56 Löcher von 5, $5^1/_2$, 6 oder 7 Lin. Weite, durch welche der aus *d* kommende und durch 3 Ansatzröhren *e* in den Kasten *c'* mit 3—6 Lin. Pressung eingeblasene kalte Wind emporsteigt. Der Verbrennungswind wird in dem in der Feuerbrücke angebrachten gusseisernen Kasten *f* auf etwa 80° erwärmt und dem Ofen durch 7 Düsen *g* unter einem Winkel von 45° bei 1—$1^1/_2$ Linien Quecksilberpressung zugeführt. Man reinigt den Pult jedesmal nach 3 Chargen in der Weise, dass man durch die stets offene Seitenspalte *h* mit einem leichten Spette die Ansätze losbricht und sie durch die Schürthür mit einem Haken entfernt, wobei ein Aufenthalt von nur 10—15 Minuten entsteht. *i* Puddelherd, bei welchem das Herdeisen durch feuerfeste Steine ersetzt ist. Durch die Feuerbrücke *k* geht ein 3 Zoll weites Rohr. *l* Vorwärmherd. *m* Esse.

Das Darren des Torfes geschieht in Oefen mit eigener Feuerung (S. 199).

Krems.

Zu Krems [1]) hat man zweckmässig zwischen Puddelofen und MÜLLER'schem Pult einen Aschenkasten hergestellt und die Erhitzung des Windes in einem in der Esse angebrachten SCHLEGEL'schen Winderhitzungsapparat veranlasst.

---

1) Leobener Jahrb. 1860. S. 346.

Harzer Generator.

β) Isolirt stehender Torfgasgenerator zu Mandelholz am Harze (Taf. IV. Fig. 108 und 109).

a gusseiserner Cylinder zum Aufnehmen des Torfes etc. *b* Deckel. *c* gusseiserne Deckplatten, auf welchen der Cylinder ruht. *d* dergleichen Deckplatten, welche die Umfassung der zum Eintragen des Brennmaterials dienenden Cylinderöffnung bilden. *e* Generatorschacht. *f* Durchlöcherte, gusseiserne Bodenplatte. *g* Düse für den Unterwind. *h* Oeffnung zur Entfernung der Schlacken und zum Reinigen der Bodenplatte von Ansätzen. *i* Gassammel- und Aschenkasten. *k* Canal zur Abführung der Generatorgase. *l* gusseiserne Säule zum Abstreben des Generators nach oben. *m* Rauchfang zur Abführung der aus dem Generator zeitweilig austretenden Gase. *n* schmiedeiserne Tragstangen für *m*. *o* Röhrenleitung für den Unterwind. *p* gusseiserne Ankerplatten. *q* schmiedeeiserne Verankerungsstäbe. *r* Hüttensohle.

Die Verbrennung der Gase geschieht in gleicher Weise, wie zu Villotte (S. 339), und es ist das Verfahren an letzterem Orte vom Harze entlehnt.

Das Darren geschieht in Oefen mit eigener Feuerung (S. 200).

Gebläsegeneratoren ohne Rost.

2) Generatoren ohne Rost.

Kärntner Generatoren.

a) Die Kärntner Gasöfen für Holz und Torf, z. B. zu Lippitzbach [1]), Freudenberg etc. Die Gasgeneratoren der Puddelöfen zu Rothburgahütte bei Freudenberg [2]) haben nachstehende Einrichtung (Taf. V. Fig. 112—113):

A Gasgenerator, in welchen 10 Zoll über dem Boden durch 2 Düsen *a* kalter Wind mit 1—2 Lin. Quecksilberpressung aus dem Hauptwindleitungsrohr *b* eintritt. Der Schürraum *G* ist mit einer Thür *F* versehen, die mittelst eines Hebels aufgezogen werden kann. *J* Zunge im Gewölbe über der Feuerbrücke, welche die aus dem Generator tretenden Gase zwingt, sich zu senken und den mitgerisse-

1) Le Play, c. l. S. 176. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 119.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 106. Zerrenner, metallurg. Gasfeuerung. — Tunner's Leob. Jahrb. 1857. S. 143.

nen Flugstaub abzusetzen. Derselbe wird alsdann von Zeit zu Zeit aus einer Vertiefung in der Feuerbrücke durch eine Seitenthür entfernt.

Der Verbrennungswind, aus der Röhre *b* kommend, wird durch die Röhre *c* in die, mit einer 4 Zoll weiten Oeffnung versehenen, 8 Zoll hohen Seitenwände *d* des Puddelherdes *B* geleitet, erwärmt sich hier auf 80—120° R. und tritt dann durch die Röhre *e* in den Windkasten *f*, aus welchem der Wind mit 4—6 Lin. Pressung durch einen 34 Zoll langen und $^7/_{16}$ Zoll weiten Schlitz (siehe Fig. 98 auf Taf. IV.) ausströmt, so dass der Strom den Herd etwa 8 Zoll vom Mittel trifft. Der Generator wird etwa alle $5^1/_2$—6 Stunden von Asche etc. gereinigt, welche man durch Thüren *g* am Boden auszieht und dabei gleichzeitig einige Scheite Holz einbringt, damit keine zu starke Abkühlung eintritt. Das Reinigen dauert etwa 15 Minuten. *C* Vorwärmherd. *D* Ausbau der Esse, in welchem der Wind zum Darren des Torfes (S. 204) erwärmt wird.

Neustadt

Den Freudenberger Puddelöfen sind die Torfgaspuddelöfen zu Neustadt am Rübenberge im Hannoverschen nachgebildet, nur tritt der Oberwind, nachdem er durch die Legeisen gegangen, noch in einen Winderwärmungsapparat über dem Fuchse (ähnlich wie in Fig. 119 Taf. V.) und dann in die Windbatterie.

Zorge.

b) Die Holzgaspuddelöfen zu Zorge [1]) am Harze sind denen zu Lippitzbach nachgebildet. Die Erhitzung der Luft zum Darren des Holzes (S. 205) findet sowohl in dem neben dem Puddelofen liegenden Raum zum Anwärmen des Roheisens, als auch in einem Raume hinter letzterem statt, welcher das Untertheil der Esse bildet.

Salzburg

c) Torfgasschweissofen zu Sinhus bei Salzburg (Taf. IV. Fig. 110 und 111).

A Generator, in welchen durch 3 Formen *a* kalte Luft mit schwacher Pressung eintritt. *b* Aufgebeöffnung mit doppeltem Verschluss. *c* Oeffnung zum Ausziehen der Schlacke. Die Gase werden, um eine gleichmässige Spannung derselben

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 155 (mit Zeichnungen).

und ein Absetzen des Flugstaubes zu erzielen, durch den Canal *B* niedergeführt in den Sammelkasten *C*, aus welchem sie durch einen Schlitz über die Feuerbrücke *d* in den Schweissofen *D* treten. Dieser hat an der Vorderseite 3 Arbeitsöffnungen *e*, an der Hinterseite eine Oeffnung *f* zum Durchstecken langer Stäbe und *g* zum Abstechen der Schweissschlacken. *E* Raum zum Ausschweissen der Kolben. *F* Vorwärmherd für kalte Luppenstücke. *G* Apparat zum Erhitzen des Verbrennungswindes, welcher durch vier $^5/_4$ Zoll weite Düsen *h* mit einer Pressung von 5 — 7 Zoll Wasser über die Feuerbrücke strömt. *H* Raum zum Brennen von Barnsteinen. Diese Construction, welche auch bei den Puddelöfen angebracht ist, zeichnet sich dadurch aus, dass man nur lufttrocknen Torf sehr vollständig ausnutzt, indem in dem engen Raume über der Feuerbrücke eine sehr innige Mengung der Gase mit dem Winde stattfindet. Die Production ist eine verhältnissmässig hohe.

Schwedische Generatoren.

d) Schwedische Holz-, Torf- und Holzkohlengas-Schweissöfen. Dieselben haben namentlich hinsichtlich der Windzuführung manches Abweichende.

α) Holzkohlengas-Schweissöfen [1]) zu Björkeberg und Storfors in Wermland (Taf. V. Fig. 114 und 115).

a Gasgenerator oder Kohlenthurm. *b* Fülltrichter, mit einem eingeschliffenen Schieber versehen. Der Unterwind wird in zwei Reihen, und zwar in jeder durch 2 Düsen zugeführt. Die beiden oberen Düsen *c* haben $^6/_8$, die unteren *d* $^5/_8$ Zoll Durchmesser. Man führt pr. Minute 60—80 Cbfs. Wind mit 10 Lin. Quecksilberpressung in den Generator. Der Verbrennungswind wird in drei horizontalen Röhren in der Esse auf etwa 100° C. erhitzt und dann in den Windkasten *e* mit aufgeschrobener Deckplatte geführt. Von hier strömt der Wind durch 7 Spalten *f* von $^2/_8$ Zoll Breite und 2 Zoll Länge gerade in den Verbrennungsraum *g* nieder. Die Entfernung von der ersten bis zur letzten Spalte beträgt 16 Zoll. Man führt pr. Minute 150—200 Cubikfuss Ver-

1) Tunner, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 57.

brennungswind zu. Die entzündeten Gase treten über die Feuerbrücke h in den Schweissherd i, aus diesem in einen Vorglühraum und von da in die behuf der Lufterwärmung unten erweiterte Esse.

β) ECKMANN'scher Holz- und Torfgas-Schweissofen zu Lesjöfors[1]) in Schweden (Taf. V. Fig. 116 bis 118).

A Gasgenerator, welcher durch die Oeffnung a von $3^1/_2$ Zoll Seitenlänge mit gedarrtem Holze in 10 Zoll langen Scheiten gespeist wird. Von den Darrvorrichtungen war S. 201 die Rede. Das Holz häuft sich in dem Generator zu einem halben konischen Haufen an, dessen Spitze unter der Schüröffnung sich befindet und dessen Rand gegen die Feuerbrücke am tiefsten bleibt, dagegen aber nach der entgegengesetzten Seite zu am höchsten ist. Der Holzhaufen erreicht bei dieser Form niemals die Feuerbrücke. Der Wind kommt vom Gebläse her zunächst in die Lade b, steigt in dem glockenförmigen, durch eine Scheidewand theilweise getrennten Winderhitzungsapparat c auf und nieder, erhitzt sich darin und gelangt dann in den Canal d. An dessen Ende theilt sich der Wind in 2 Stränge e, tritt in den Raum f und strömt durch 3 Reihen Löcher in dem schmiedeeisernen Düsenblech g in A. Die unterste Reihe hat 12 Löcher zu $^7/_8$ Zoll, die mittlere 11 zu $^6/_8$ und die oberste 12 Löcher, wovon die 4 zu beiden Seiten $^5/_8$ Zoll und die mittleren 4 aber $^7/_8$ Zoll Durchmesser haben, weil vor letzteren der Holzhaufen am höchsten liegt. Das Eisenblech g kann leicht ausgewechselt werden, wenn man die dicht anschliessende Platte h wegnimmt.

Aus der Windlade f führt ein Rost q in den Raum p um den Schürkasten a herum. Damit nämlich bei der beständig offen bleibenden Schüröffnung a die Flamme aus dem Generator A nicht heraustreten kann, so ist diese auf 3 Seiten mit einem geschlossenen Kasten p umgeben, aus welchem an 2 gegenüberstehenden Seiten der aus f zugeführte Gebläsewind durch nach abwärts gerichtete,

1) TUNNER, c. l. S. 63.

etwa $^1/_4$ Zoll weite Schlitze in die Oeffnung *a* bläst. Dadurch werden nicht bloss die im Verbrennungsraum erzeugten und nur unvollkommen verbrannten Gase niedergehalten, sondern man erreicht auch eine vollständigere Verbrennung derselben, bevor sie in den Schweissraum *i* gelangen. *k* Vorglühherd. *l* Canal, welcher die heissen Verbrennungsproducte in Darrkammern (S. 202) ableitet. Die zu dem Schweiss- und Vorglühherd führenden Oeffnungen sind mit Thüren verschlossen, in denen zur Abkühlung Wasser circulirt.

Neustadt.

Nach dem Muster der Schweissöfen zu Lesjöfors sind die Torfgasschweissöfen zu Neustadt am Rübenberge im Hannover'schen mit einigen Abänderungen gebaut (Taf. V. Fig. 119, 120).

a Gasgenerator. *b* Fülltrichter mit Schieber *c* aus feuerfesten Steinen und mit Blechdeckel *d* oben verschliessbar. Zur Abhaltung der Hitze von dem Schieber befinden sich unter demselben kleine kupferne, mit der Windleitung verbundene Röhren, welche mit einem kleinen Schlitz versehen sind. Der durch die Schlitze strömende Wind hält die heissen Gase von dem Schieber fern. Der Unterwind tritt durch das Rohr *f* zu, passirt den Regulirungshahn *g*, strömt in den Kasten *h* und durch die Oeffnungen *i* in den Generator. Die aufsteigenden Gase werden von dem durch 3 mal 22 Oeffnungen aus *k* ausströmenden Mittelwind, indem sie sich damit mischen, über die Feuerbrücke *l* getrieben. Der durch die Düsen *m* eintretende Oberwind trägt zur vollständigen Verbrennung der Gase bei. Ober- und Mittelwind werden, indem der Zutritt resp. durch die Hähne *n* und *o* regulirt wird, in Wärmeapparaten *p* über dem Fuchse erhitzt. Letztere erwiesen sich zwar wirksam, hatten jedoch wenig Dauer, indem die unteren gusseisernen Platten unmittelbar über der Fuchsflamme häufig sprangen. Durch die Thüren *q* wird der Generator gereinigt.

Weeber's Gasofen.

Auch bei dem von Weeber construirten und durch Zeichnungen erläuterten Gasofen mit constant geneigter Brennmaterialfläche und regulirbarer Batterie [1])

1) Bericht über die erste allgemeine Versammlung von Berg- und Hüttenmännern in Wien. 1859. S. 70. Taf. I u. II.

tritt der Wind aus einem Reservoir durch viele Oeffnungen in den Generator ein.

EBELMEN's Generator

e) EBELMEN's Gasgenerator (Taf. V. Fig. 121) besteht aus einem Schachte A, in welchen das Brennmaterial durch einen eingehängten Cylinder a eingeworfen wird. Durch zwei Formen c wird Gebläseluft eingeführt und die erzeugten Gase treten durch die Röhre b aus. Die Asche wird entweder durch eine passende Oeffnung an der Sohle des Ofens ausgezogen oder, wenn sie zu einer flüssigen Schlacke zusammengeschmolzen sein sollte, abgestochen.

THOMA's Generator

f) Der THOMA'sche Gasgenerator[1]) besteht aus einem 4½ Fuss hohen, 2 Fuss 6 Zoll langen und 1 Fuss 6 Zoll breiten Schacht, in dessen untern Theil Wind durch 4 Düsen eingeleitet wird. Die Aufgebevorrichtung wird aus einem Cylinder mit doppeltem Verschluss gebildet.

ECK's Generator

g) ECK's Steinkohlengasgenerator[2]) am Weissofen hat nachstehende Einrichtung (Taf. V. Fig. 122 u. 123).

a Gasgenerator, welcher durch die mit einer Eisenplatte y verschlossene Oeffnung x mit Steinkohlen gespeist wird. Die entwickelten Gase ziehen durch V in den Weissofen m. Der durch die Röhre t in den Cylinder T geführte heisse Wind gelangt von hier aus theils in den Gasgenerator a, theils in den Weissofen m. Durch die Röhre c tritt der Wind in den Blechkasten b und von hier durch zwei Formen in den Gasgenerator. Der andere Theil Wind geht durch die Röhre f in den Cylinder g, von hier durch die Röhre i in den Blechkasten k und dann mit Stechen in den Weissofen. Durch einen Hülfsrost h kann die Luft noch mehr erhitzt werden. Die das Feinen des Roheisens begünstigenden Formen l sind durch Muffen mit dem Cylinder g verbunden und durch angebrachte Hähne lässt sich der Luftzutritt genau reguliren. r Fuchs, durch welchen die verbrannten Gase in die Esse H ziehen. p Arbeitsthür. q Abstichöffnung. n blecherne Essen, welche den Zweck haben, einen starken Luftzug unter der gusseisernen Herd-

1) B. u. h. Ztg. 1851. S. 1.
2) B. u. h. Ztg. 1843. p. 611; 1846. p. 833. KARST., Arch. 2. R. XVII, 795; XX, 475.

platte und längs den Seitenwänden des Ofens herbeizuführen, um dieselben abzukühlen.

Anwendung der Generatorgase.

Die Anwendung der aus Holz [1]), Torf [2]), Braunkohlen [3]), Steinkohlen [4]), Anthracit [5]), Holzkohlen [6]) und Cokes [7]) erzeugten Gase geschieht zu den verschiedensten technischen Zwecken. [8]) Schon vor längerer Zeit und auch neuerlich ist die Anwendung von Gasen zur Roheisenerzeugung [9]) und bei der Darstellung von Frischeisen direct aus den Erzen [10]) empfohlen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1849. No. 6; 1851. p. 469; 1852. p. 610; 1855. p. 93. 149; 1856. p. 98; 1857 p. 119. Le Blanc, Eisenh. IV, 71. Ann. d. min. 4. sér. III, 207. Zerrenner, metallurg. Gasfeuerung. 1856, S. 229.

2) Bgwfd. XIII, 39, 100; XVI, 430. B. u. h. Ztg. 1849. p. 81, 364; 1857. p. 26, 107, 119. Le Blanc, Eisenh. IV, 71. Ann. d. min. 4. sér. III, 207. Polyt. Centr. 1849. p. 364; 1854. p. 303. Tunner's Leob. Jahrb. 1860 S. 112. Zerrenner, c. l. S. 159.

3) Karst., Arch. 2. R. XXIII, 411. Bgwfd. VII, 26; IX, 249; XI, 249, 309. B. u. h. Ztg. 1844. p. 53, 73, 89, 92, 142, 184; 1845. p. 521.

4) Karst., Arch. 2. R, XXIII, 729. B. u. h. Ztg. 1843 p. 611; 1857, p. 25. Bgwfd. IX, 344, 521. — Zerrenner, c. l. S. 210.

5) Polyt. Centr. 1846 p. 492. Bgwfd. VIII, 505; X, 454. B. u. h. Ztg. 1849. p. 242; 1857. S. 32. Dingl., CIII, 289. Ann. d. min. 4. sér. XIII, 128.

6) B. u. h. Ztg. 1852. p. 611, 627, 645; 1856. p. 99. Le Blanc, Eisenh. IV, 71. Ann. d. min. 3. sér. III, 207. Bgwfd. XIII, 123.

7) Le Blanc, Eisenh. IV, 72. Ann. d. min. 4. sér. V, 79.

8) Karst., Arch. 2. R. XVII. Hft. 2. Polyt. Centr. 1843. Hft. 11. Bgwfd. VI, 296; VII, 33, 49, 465; IX, 465, 344, 480; X, 186; XI, 204; XII, 271, 462. B. u. h. Ztg. V, 817; VI, 225. Erdm., Journ. f. ök. u. techn. Ch. V, 206. Jahrb. für den sächs. Berg- u. Hüttenmann. 1849. p. 95. Thoma's Eisenhüttenbetrieb mit Gasen.

9) B. u. h. Ztg. 1845. p. 16; 1856. p. 224; 1859. p. 108, 196, 286, 319, 320; 1860. p. 27. Gurlt, die Roheisenerzeugung mit Gas. Freiberg 1857. Thoma, Polyt. Centr. 1860. S. 603. Gillon in: Revue universelle. 1857. Lief. 2. — Hartmann, Fortschr. des Eisenhüttengewerbes 1858. S. 229. Euler in: Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. 1857. Septbr. u. Octbr.-Heft.

10) B. u. h. Ztg. 1856. S. 104, 133, 180.

IV. Abschnitt.

Von den Hüttenapparaten.

§. 56. Allgemeines. Die Hüttenapparate lassen sich je nach ihrer Verwendung in solche zu chemisch metallurgischen Prozessen auf trocknem und in solche auf nassem Wege eintheilen. Zur Condensation der bei diesen Prozessen entweichenden Gase, Dämpfe etc. sind entweder besondere Vorrichtungen vorhanden, oder dieselben gelangen ohne Weiteres in die Atmosphäre. Ausserdem bedarf der Hüttenmann noch gewisser Hülfsapparate entweder zur Beförderung der chemischen Action (Gebläse, Zerkleinerungs-, Trennungs- und Mengapparate) oder zur Handhabung, Transportirung und weitern mechanischen Verarbeitung der erhaltenen Producte etc. (Gezäh, Förder- und Streckapparate etc.).

Eintheilu

Erste Abtheilung.

Apparate zu chemisch-metallurgischen Prozessen auf trocknem Wege.

§. 57. Allgemeines. Die hierher gehörigen Apparate nennt man im Allgemeinen Oefen, das sind von mehr oder weniger feuerfesten Materialien begrenzte Räume, in welchen die Erze oder Hüttenproducte für sich oder mit andern Stoffen einer höhern Temperatur ausgesetzt werden, bei welcher die beabsichtigten chemischen Actionen stattfinden. Die Zuleitung der zum Verbrennen der Brennmaterialien erforderlichen Luft geschieht entweder durch natürlichen Zug (Roste und Essen), oder durch einen comprimirten Luftstrom (Gebläse), daher die Eintheilung der Oefen in Zug- und Gebläseöfen.

Oefen.

Von wesentlichem Einflusse auf den Erfolg des Prozesses ist die Beschaffenheit der Ofenbaumaterialien.

Erstes Kapitel.

Materialien zum Ofenbau.

§. 58. **Beschaffenheit der Ofenbaumaterialien.** Man stellt an diese Materialien die Anforderung, dass sie die Temperatur, welche [illegible] dem Ofen vorzunehmende chemische Prozess erfordert, [illegible]shalten ohne zu schmelzen, durch die chemische Ei[illegible]g der Atmosphärilien, der Erze und der Flamme [illegible]st wenig verändert werden und den Temperaturwec[illegible]agen, ohne zu reissen. Sehr strengflüssige Materialie[illegible] feuerfest genannt. Man kann sich von ihrem [illegible]n bei erhöhter Temperatur durch Versuche vor dem [illegible]ohre oder im Zugofen überzeugen.[1]

Für basische Beschick[illegible] wählt man möglichst basenreiche (z. B. Serpentin), für saure kieselerdereiche Baumaterialien. Aber nicht bloss der Gehalt an Kieselerde und Basen in der Beschickung wirkt zerstörend auf die Ofenwände ein, sondern auch in bedeutendem Grade Schwefelungen, weshalb man beim Verschmelzen letzterer, z. B. der Leche, die damit in Berührung kommenden Ofentheile meist mit einem Ueberzuge (Gestübbe etc.) versieht. Feuerfeste Schmelztiegel sind z. B. von ausgezeichneter Güte, wenn sie wiederholte Schmelzungen von Schwefeleisen gestatten.[2]

Am feuerbeständigsten sind diejenigen Materialien, welche nur aus einer Base oder aus Kieselsäure bestehen; je mehr verschiedenartige Basen hinzutreten, um so mehr nimmt die Strengflüssigkeit ab, namentlich bei einem grösseren Gehalte an Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalkerde und Alkalien.

Die feuerbeständigsten Substanzen sind aber nicht immer die anwendbarsten, indem sie beim Erhitzen, ohne zu schmelzen, reissen und springen können oder sich zu schwie-

1) Ueber die Prüfung feuerfester Steine: Mitthl. des Gew.-Ver. für das Königr. Hannover. 1838 Lief. 17, p. 247; 1839, Lief. 20. p. 410.

2) Berggeist 1860. No. 7.

rig bearbeiten lassen. So eignet sich z. B. reiner Quarz trotz seiner Feuerbeständigkeit aus diesem Grunde nur selten zum Ofenbau.

Natürliche und künstliche Materialien.

§. 59. **Hauptmaterialien.** Es gehören dahin besonders natürlich vorkommende Steine, mehr oder weniger feuerfeste künstlich bereitete Steine und die sogenannte Masse.

A) Natürlich vorkommende, aus Kieselerde oder sehr schwer schmelzbaren Thonerdesilicaten bestehende Gesteine.

Gebirgsarten.

Die rohbehauenen Steine werden gewöhnlich vor ihrer Verwendung längere Zeit unter Bedachung an einem trocknen Orte aufbewahrt, damit sie möglichst ihre natürliche Feuchtigkeit verlieren. Bei geschichteten Gesteinen, z. B. bei Sandsteinen, bezeichnet man an den behauenen Steinen durch eine Marke, wie sie im Bruche gelegen haben. Sie sind dann demnächst, damit sie nicht blättern, im Ofen so einzumauern, wie sie im Steinbruche gelagert waren; sie müssen dem Feuer eine der 4 Kopfseiten, und nicht die Lagerseite zukehren.

Es gehören unter andern hierher:

Sandsteine.

1) **Kieselerdereiche Gesteine**, als: Sandsteine und besonders diejenigen, deren Quarzkörner durch ein wenig quarziges, aber thoniges Bindemittel zusammengehalten werden. Weniger feuerbeständig sind die kalkigen, eisenschüssigen und kohligen Sandsteine. Bei zu grobkörnigem Sande springen beim Erwärmen leicht grössere Stücke ab.

Ein Steinkohlensandstein von Dortmund enthielt 88 Kieselsäure, 8 eisenhaltige Thonerde und 4 Mangan, Kalk, Magnesia und kohlige Substanzen; — bunte Sandsteine aus der Umgegend von Schweinfurth und von der Röhn 92 bis 99% unlösliche Bestandtheile; Karpathensandstein 70 Quarz und Thon, 18 kohlensaure Kalkerde, 3 kohlensaure Magnesia und 10 kohlensaures Eisenoxydul; Quarzsandsteine 97,5—98,7 Quarzsand; tertiärer Sandstein (Molassesandsteine aus den bairischen Voralpen) 28—75 Kieselerde, 2—30 koh-

lensauren Kalk, 3—56 kohlensaures Eisen- und Manganoxydul, 1—1,5 Thonerde und 1—9 Bitumen.[1])

Bei Sandsteinen muss besonders darauf gehalten werden, dass dieselben nicht frisch aus dem Bruche zur Verwendung kommen.

Nicht allzuhäufig findet sich der Sandstein in hinlänglicher Reinheit, d. h. frei von Alkali, Kalk und Eisen. Selbst bei guter Qualität ist d [illegible] beitung kleiner Stücke zeitraubend und theuer, gross [illegible] ücke springen leicht und zeigen eine starke Neigu [illegible] Erhitzen sich säulenförmig abzusondern. So haben [illegible] Sandsteine in den Gestellen der Eisenhohöfen nach [illegible] sblasen nicht selten eine prismatische Absonderu [illegible] wie Laven und Anthracit, oder zerfallen beim [illegible] lagen mit einem Hammer in ziemlich regelmässige, g [illegible] heils 5, aber auch 3, 4 und 9seitige Prismen.[2])

Nach Hausmann[3]) liegt die Ursache dieser Bildungen in der vereinigten Wirkung von Centralattractionen und tangentialen Abplattungen, welche in der, den benachbarten Attractionssphären angehörenden Masse vorgehen.

Zuweilen enthalten als Gestellsteine vorgerichtete Sandsteine von äusserlich gutem Ansehen im Innern Thon-, Quarz-, Steinkohlen- oder eisenschüssige Klüfte und Nester, welche mit der Feuerseite des Stückes ganz oder zum Theil parallel gehen. In solchem Falle lösen sich entweder gleich beim Anwärmen oder später während des Betriebes ganze Schalen ab. Beim Erhitzen zeigen die Sandsteine nur eine geringe Ausdehnung, manche blähen sich stark auf.

Viele Eisenhütten Schwedens bedienen sich als Gestellmaterials eines sehr guten Sandsteines aus der Silurformation im südlichen Schweden, welcher mit dem Sandstein von Salles grosse Aehnlichkeit hat und dessen man sich in der Bretagne ganz allgemein als Gestellstein bedient.[4])

---

1) Bischof's Geologie, II, 1631 u. f.
2) Oester. Zeitschr. 1857. S. 207.
3) Hausmann, Molekularbewegungen. 1856. p. 11.
4) B. u. h. Ztg. 1857. S. 126

In Thüringen [1]) bedient man sich der Kaolinsandsteine von Steinhaide zu Hohofengestellen.

Auf den Oberharzer Eisenhütten beginnt die Sandsteinzustellung der Massenzustellung immer mehr zu weichen. Der Königshütter Hohofen mit Schöpfherd besteht im Gestell von 5 Fuss Höhe und noch 12 Fuss 10 Zoll von da im Schachte hinauf aus Blankenburger Sandstein, dann 3 Fuss 6 Zoll höher aus Willensener Sandstein und von da 14 Fuss hoch aus Andreasberger Thonschiefersteinen.

Puddingsteine.

In Belgien und in einem Theile Frankreichs bedient man sich als eines ausgezeichneten Materials für Hohofengestelle des Puddingsteines [2]) von Huy in Belgien, eines grobkörnigen Kieselconglomerats, bestehend aus fast stets weissen Quarzgeschieben, welche durch eine weisse Quarzmasse zusammengekittet sind. Weisse Steine zieht man den von Eisenoxyd gefärbten vor, sowie die mit kleinen Geschieben solchen mit grossen Geschieben, welche letzteren sich während des Transportes leicht ablösen. Wegen ihrer grossen Härte sind die Steine schwierig zu behauen und erfordern beim Anblasen des Ofens ein Ueberziehen mit feuerfestem Thone, weil sie bei zu raschem Erhitzen zerspringen. Einmal erhitzt, besitzen sie eine grosse Dauer. In der Hitze dehnen sie sich stark aus, worauf bei der Ofenconstruction Rücksicht genommen werden muss. Die grosse Härte verhindert die Anwendung des Materials in Gestalt kleiner Steine. Die Puddingsteine schaalen häufiger, als vorsichtig bereitete künstliche Gestelle.

Quarzschiefer.

Der Quarzschiefer, aus einer feinkörnigen bis dichten Quarzmasse bestehend und durch Glimmerblättchen in Platten abgetheilt.

Magnesiareiche Gesteine.

2) Magnesiareiche Gesteine, je nach ihrem Gehalt an anderen Basen, namentlich an Eisenoxyd, mehr oder weniger feuerbeständig, als: Talk- und Chloritschiefer, Serpentin und Speckstein. Dieselben lassen sich gut bearbeiten, namentlich die feinblätterigen Schiefer. Talkschiefer ist feuerbeständiger, als Chloritschiefer.

1) Berggeist 1860. No. 74. S. 606.

2) Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. Freiberg 1851. S. 314. B. u. h. Ztg. 1859. S. 311.

Talkschiefer.

Der Talkschiefer, blättriger oder schuppiger Talk, oft mit Quarz und Feldspath gemengt, enthält 50 — 64 % Kieselerde, 25 — 34 % Magnesia, 0,5 — 9 % Eisenoxyd, 0 — 7 % Thonerde, im Allgemeinen 69 % Kieselerde und 31 % Magnesia. — Chloritschiefer, Chloritmasse, häufig mit Quarz oder Feldspath und oft auch mit Glimmer- oder Talkblättchen, enthält 26—31 % Kieselerde, 5—22 Thonerde, 15—42% Magnesia, 10—27% Eisenoxyd und 9—12% Wasser.

Chloritschiefer.

Serpentinfels.

Serpentinfels gibt besonders beim Verschmelzen basischer Beschickungen geeignete Bausteine wegen seines geringen Kieselerdegehaltes, indem derselbe durchschnittlich aus 44% Kieselerde, 43% Magnesia und 13% Wasser besteht. Ein Theil der Magnesia kann durch Eisenoxydul (bis 10%) vertreten sein.

In Steyermark findet man Hohofengestelle von Serpentin, Sandstein und aus Thon und Serpentinmehl bestehender Masse bis zur Rast, von da nach oben den Kernschacht aus Talkschieferplatten und Magnesitziegeln hergestellt. Ein Sandsteingestell zieht man dem Serpentingestell vor, wenn man behuf Erblasung grauen Eisens höhere Temperaturen erzeugen muss und eine kieselerdereichere Beschickung verschmilzt (Gusswerk St. Stephan).

Speckstein.

Der Speckstein ist eine Verbindung von einfach und zweifach kieselsaurer Magnesia mit 63 % Kieselerde, 32 % Magnesia und 5% Wasser. An die Stelle der Magnesia können bis 6% Eisenoxydul treten.

Thonschiefer und Grauwacke.

3) Thonhaltige Gesteine, wie Thonschiefer und Grauwacke, wegen ihres Gehaltes an Kalk, Alkalien und Eisenoxydul weniger feuerbeständig, als die vorigen, und 44—79% Kieselerde, 10—36% Thonerde, 5—16% Eisenoxydul, 2—16% Kalkerde, 0,5—4% Magnesia, 1—7% Kali, 0,04—2% Natron und 1—7% Wasser enthaltend.

Auf den Rammelsberger Hütten am Unterharze werden die Kupfer- und Bleiöfen aus Thonschiefer erbaut. Oberharzer Thonschiefer [1]) schmilzt leichter, als der zur Barnsteinbereitung gebrauchte Landlehm.

1) Kerl, Oberharzer Hüttenprozesse. 2. Aufl. 1860. S. 271.

4) Granit, Gneiss und Glimmerschiefer. Der Granit enthält nach vorliegenden Analysen 63—76% Kieselsäure, 14—30% Thonerde und Eisenoxyd, 0,5—9% Kalkerde, 0—15% Magnesia und Alkalien. Glimmerschiefer, z. B. zuweilen in Schwedischen Hohöfen [1]) zu Schachtfuttern angewandt, enthält 49—81% Kieselsäure, 1—26% Thonerde, 1—19% Eisenoxyd, 0—5% Kalkerde, Spur bis 11% Magnesia, 0,5—6% Kali, 0,1—3% Natron. Gneiss, z. B. auf den Schmöllnitzer Hütten zum Flammofenbau angewandt, lässt sich leicht bearbeiten, hält hohe Hitzgrade gut aus, schwillt langsam erhitzt unbedeutend auf, blättert sich nicht und erträgt gut vehementen Temperaturwechsel. [2]) Auf den Altenberger Zinnhütten verwendet man Granit und Felsitporphyr, letzteren möglichst quarzfrei.

Granit

Glimmerschiefer

Gneiss

5) Kalksteine kommen seltener zur Verwendung. In einigen Eisenhütten Wermlands [3]) nimmt man zu den Herden dichten Kalkstein aus der Silurformation.

Kalkstein

B. Künstlich bereitete, gebrannte feuerfeste Steine oder Ziegel, sogenannte Chamottesteine. [4])

Feuerfeste Ziegel

Zur Herstellung derselben bedient man sich eines feuerbeständigen Thons. Unter Thonen begreift man im Allgemeinen wasserhaltige Thonerdesilicate, durch Zersetzung älterer thonerdehaltiger Silicate entstanden. Da sie häufig freie Kieselerde, unzersetzte Silicate mit oder ohne Alkaligehalt, kohlensauren Kalk, Eisenoxydhydrat etc. beigemengt enthalten, so ist ihre Zusammensetzung oft schwer zu erkennen, und es entscheidet die chemische Analyse nicht immer über die Brauchbarkeit des Thones zu einem vorliegenden Zwecke. Man erfährt durch dieselbe wohl, dass ein Thon bei einem grösseren Eisen- und Alkaligehalte nicht feuerfest sein wird, aber es kann ein von diesen Substanzen freier Thon dennoch für manche Zwecke unbrauchbar sein,

Thon

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 127.
2) Oester. Zeitschr. 1859. No. 38.
3) B. u. Ztg. 1857. S. 126.
4) Ashcus in: Berggeist 1859. No. 39; B. u. h. Ztg. 1859. S. 311. — Karst., Arch. 1. R. VII, 391. — Knapp, chem. Technol. I, 596. — Anfertigung feuerfester Steine: B. u. h. Ztg. 1855. S. 25. Berggeist 1860. S. 606.

indem er z. B. beim Erhitzen springt, stark schwindet etc. Dieses Verhalten hat wahrscheinlich seinen Grund in der verschiedenen Mischung ungleich silicirter Thonerdeverbindungen und dem Vorhandensein von mehr oder weniger freier Kieselerde in variablen Aggregatzuständen. Es bleibt unter solchen Umständen nichts Anderes übrig, als durch Versuche sich an dem Verhalten des Thones bei erhöhter Temperatur Kenntniss zu verschaffen.

Die Feuerbeständigkeit des Thones wird durch einen Gehalt an Eisen- und Manganoxydul, sowie durch Kalk und Alkalien beeinträchtigt. Während 3—4% Eisenoxyd noch nicht sehr bedeutend einwirken, influirt ein gleich grosser Alkaligehalt weit mehr. Wird der Thon beim Brennen nur gelb und nicht roth, so ist der Eisengehalt nicht zu fürchten. Ein Gehalt an unverwittertem Feldspath im Thone kann sehr schädlich wirken. Es empfiehlt sich deshalb, den Thon versuchsweise zu schlämmen und den dabei zurückbleiben- Sand genau zu untersuchen.

Ausser von der Zusammensetzung des Thones hängt die Haltbarkeit der Ziegel ganz wesentlich noch von der Art der Anfertigung, der Dichtigkeit der Masse, dem Grade des Brennens, der Handhabung abseiten des Maurers etc. ab. Namentlich influiren auf den Widerstand, welchen die Ziegel plötzlichen Temperaturveränderungen entgegensetzen, die grössere oder geringere Dichtigkeit und der Grad des Brennens, so wie auf das Wegschmelzen der Ziegel ihr Kieselerdegehalt und ihre Porosität. Je mehr Thonerdehydrat der Thon besitzt, um so plastischer ist derselbe.

Feuerfeste Thone.

Im besonderen Rufe der Feuerbeständigkeit stehen hauptsächlich folgende Thonsorten:

1) die englischen[1]), und namentlich die schottischen Thone[2]) aus der Steinkohlenformation, welche gemahlen und mit Wasser angeknetet, wenig plastisch und mager sind, beim Trocknen schon fester und beim scharfen Brennen, ohne zu sintern, sehr hart werden. Dieselben enthalten 50 bis 65% Kieselerde, bis 30% Thonerde, 2—4% Eisenoxyd,

1) Bgwfd. XV, 650. B. u. h. Ztg. 1853. S. 143. — v. Carnall, preuss. Zeitschr. 1855. Bd. III, 1. Lief. S. 37, 98.

2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 25; 1859. S. 312. Berggeist 1859. No. 39.

$1^1/_2$—2% Alkalien. Von der ausgezeichnetsten Güte sind die Fabrikate von Stourbridge in Staffordshire und von Garnkink in Schottland, welche an letzterem Orte mit der grössten Sorgfalt hergestellt werden.[1]) Der Chinathon aus Cornwall wird durch Schlämmen von verwittertem Granit erhalten.

Analysen von englischen und schottischen Thonen.

	a	b	c	d	e	f	g
Kieselerde	63,7	46,1	45,25	69,99	42,0	47,5—83,3	59,49
Thonerde	20,7	38,8	28,77	19,05	40,9	8,1—31,3	28,95
Magnesia	—	—	—	—	0,1	Spr. —3,0	—
Kalkerde	—	—	0,47	—	1,3		Spr.
Eisenoxyd	4,0	—	7,72	2,70	Spr.	1,8—9,1	1,05
Wasser	10,3	12,8	17,34	6,80	14,7	3,6—12,3	11,05
Org. Subst.			—	—			—
Kohle	—	1,5	—	—	—	—	—

a—d) von Stourbridge nach Berthier, Le Play, Salvetat und Heeren. e) von Stannington nach Le Play, weniger feuerbeständig, als a. f) aus der Umgegend von Newcastle-on-Tyne nach Richardson. g von Gartscherrie-Eisenwerken nach Schwarz.

2) Die belgischen Thone[2]), hauptsächlich in der Umgegend von Andenne im Steinkohlengebirge vorkommend, plastisch, frei von grobem Sand, brennen sich gelblich und bedürfen zur Hergebung der ganzen Schwindung keiner so hohen Temperatur, wie der schottische Thon. Die besten Sorten (von Tahier und Mazet) sind fast eisenfrei, färben sich beim Brennen graulich oder gar nicht und werden sehr hart; die Sorten zweiter Qualität von Maizeroul, Haltinne und Andenne sind magerer und färben sich wegen grösseren Eisengehalts.

Analysen von belgischen Thonen nach Coste.

	Tahier	Mazet	Maizerul	Haltinne	Namur
Kieselerde	56,0	52,0	46,0	40,0	71,79
Thonerde	26,0	25,0	33,4	25,0	19,49
Talkerde	2,0	Spr.	1,0	1,6	0,06

1) Gurlt in der B. u. h. Ztg. 1865. S. 25.

2) Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 307. B. u. h. Ztg. 1859. S. 312, 405. Berggeist 1859. No. 40.

	Tahier	Mazet	Maizerul	Haltinne	Namur.
Eisenoxyd	0	0	0	0,4	0,85
Alkalien	—	—	—	—	0,85
Wasser	14,0	12,6	18,6	15,0	7,47
Sand	2,0	9,8	1,0	18,0	0,85

Der belgische Thon kommt in grossen, länglichen, gewöhnlich sehr dunkel gefärbten Klötzen oder Schollen von etwa 40—50 Pfd. Gewicht in den Handel und kostet derselbe loco Schiff Rhein pro 1040 Schollen à 10 Pfd. etwa 40 Thlr.

3) Rheinische Thone[1]) von Vallendar bei Coblenz und von Mehlem bei Königswinter, sehr plastisch und oft fast eisenfrei, können die englischen und schottischen Thone in vielen Fällen ersetzen. Dies ist aber bislang mit günstigem Erfolge zur Herstellung der Zinkdestillirgefässe nicht der Fall gewesen.

Analysen von rheinischen Thonen.

	Vallendar	Mehlem
Kieselerde	55,46	77,32
Thonerde	31,74	15,57
Eisenoxyd	0,59	0,86
Kalkerde	0,19	Spr.
Magnesia	0,14	0,13
Kali	2,49	0,67
Natron	0,68	0,63
Wasser	9,37	5,61

Der rheinische Thon kommt in meist unregelmässig geformten Schollen in den Handel, und zwar der weisse fette Mehlemer Thon in nahezu cubischen Schollen von 10—12 Pfd. Gewicht, der hellgraue Thon von Vallendar in oblongen, etwa 15 Pfd. schweren Stücken. Die die Feuerbeständigkeit beeinträchtigenden Stoffe (Alkalien und Eisenoxyd) in den Thonen von Vallendar und Mehlem verhalten sich zu denen in dem Thone von Namur wie 4,10 : 2,31 : 1,76.

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 312, 405. Berggeist 1859. No. 34; 1860. No. 47. Ueber den Preis feuerfester Steine: Berggeist 1859. No. 71.

Die Thone aus den Gruben der vereinigten Bonn-Ahrenthaler Fabriken und Bergwerke enthalten nur 0,3—1,99 % Alkalien und Eisenoxyd und sind viel billiger.

Auch im Nassau'schen [1]) finden sich gute Thone.

4) Passauer Thone [2]), welche mit Graphit versetzt, die Masse zu den bekannten Ypser Tiegeln geben.

Analysen von Passauer Thon nach

	BERTHIER	FORCHHAMMER	FUCHS	SALVETAT	LESCHEN.
Kieselerde . . .	42,4	43,30	43,65	45,79	42,4
Thonerde . . .	57,6	33,56	35,93	28,10	57,6
Kalkerde . . .	—	2,59	0,88	2,00	—
Eisenoxyd . . .	0,7		1,00	6,55	0,7
Wasser	—	16,44	18,00	17,00	—

5) Hessische Thone [3]), z. B. von Almerode, zu Schmelztiegeln ausgezeichnet und von folgender Zusammensetzung nach:

	BERTHIER	SALVETAT.
Kieselerde	46,5	47,50
Thonerde	34,9	34,37
Magnesia	—	1,00
Kalkerde	—	0,50
Eisenoxyd	3,0	1,24
Wasser	15,3	14,43

Noch dauerhaftere Steine und Schmelztiegel als der hessische Thon soll der Thon von Krumnussbaum [4]) an der Donau geben. Schwefeleisen, in Tiegeln daraus 6 Stunden im SEFSTRÖM'schen Ofen geschmolzen, zerstörte die Tiegel nicht, wohl aber hessische.

6) Zu Schöningen [5]) bei Uslar im Hannover'schen findet sich ein Thon, welcher hinsichtlich seines Verhaltens dem englischen sehr nahe kommt. Derselbe besteht nach STRENG aus:

---

1) FRESENIUS in ERDM., J. f. pr. Ch. LVII, 65.
2) BERTHIER, met. analyt. Ch. I, 64. Polyt. Centr. 1854. S. 1444.
3) ERDM., J. f. pr. Ch. IV, 493. — ERDM., J. f. ök. Ch. XVIII, 125.
4) Berggeist 1860. No. 7.
5) Mittheil. des Hann. Gew.-Ver. 1838. S. 242; 1839. S. 410, 353.

Kieselerde	59,01
Thonerde	24,26
Magnesia	0,72
Kalkerde	1,32
Eisenoxyd	4,04
Alkalien	1,20
Wasser	10,24

7) Zu Kipfendorf[1]) im Herzogthum Sachsen-Coburg wird ein feuerfester Thon, mit 1—2 Thln. Chamotten und Quarzsand versetzt, verarbeitet, welcher den Thonen von New-Castle und Namur ziemlich nahe kommt und sich in der Triasgruppe findet. Derselbe besteht nach Fresenius aus:

Kieselerde	60,40	54,06
Thonerde	24,09	26,99
Eisenoxyd	3,70	2,73
Kalkerde	0,55	0,85
Magnesia	0,61	0,82
Kali	0,29	0,24
Natron	0,22	0,33
Wasser u. organ. Stoffe	10,60	14,15

Versatzmittel für die Thone.

Da die meisten feuerfesten Thone beim Trocknen und Brennen der daraus geformten Ziegel stark schwinden oder reissen, so werden dieselben zuvor mit feuerbeständigen Substanzen vermengt, welche, ohne auf den Thon chemisch einzuwirken, sich in der Hitze wenig ausdehnen oder schwinden und die Plasticität des Thones nicht allzusehr vermindern dürfen.

Solche Versatzmittel sind:

a) Grober Sand und Quarzkörner, letztere durch Mürbebrennen von Quarz, Zerkleinern unter Pochwerken oder Walzen und Sieben erhalten. Die Körner dürfen nicht zu fein (bis bohnengross) sein, weil sonst die Kieselerde bei hoher Temperatur auf den Thon chemisch wirken und dessen Feuerbeständigkeit beeinträchtigen kann. Quarzkörner machen in geringerer Menge den Thon magerer als Sand.

1) Berggeist 1860. No. 74. S. 606. Daselbst auch die Mittheilung der Fabrikationsmethode und der Preise für die feuerfesten Steine.

Aehnlich wie Quarz wirkt Chamotte, gebrannter, zerkleinter Thon, gewöhnlich in Gestalt von schon gebrauchten, vorher sorgfältig gereinigten Ziegeln. Man nennt wohl die aus rohem und gebranntem Thon angefertigten Ziegel Chamottesteine. Chamotte hat weniger, als Quarz und Sand, die Eigenschaft, bei hoher Temperatur auf die Thonsubstanz chemisch einzuwirken. Es enthält z. B. die Masse zu den hessischen Tiegeln $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ des Gewichtes feinen scharfkantigen Quarzsand; zu den belgischen feuerfesten Ziegelsteinen nimmt man 1 Volumtheil rohen Thon und 2 Volumtheile Chamotte (Cement).

Gute feuerfeste Steine vereinigen mit grosser Härte und Festigkeit eine dem Springen bei raschem Temperaturwechsel entgegenwirkende Zähigkeit und bilden schliesslich im Mauerwerk eine gleichartige Masse, welche bei entsprechender Temperatur nach und nach abschmilzt.

Analysen von feuerfesten Massen:

	a.	b.	c.	d.	e.
Kieselerde . . .	54,63	47,98	71,0	70,9	85,00
Thonerde . . .	40,27	46,94	23,0	24,8	11,33
Magnesia . . .	1,03	—	—	—	—
Kalkerde . . .	1,53	2,32	—	—	—
Eisenoxyd . . .	2,67	2,94	4,0	3,8	2,23

a) feuerfester englischer Stein nach FRESENIUS. b) die darin enthaltene Chamotte. c) englischer Tiegel nach BERTHIER. d) hessischer Tiegel nach BERTHIER. e) feuerfester Chamottestein aus dem Kaolin bei Halle nach WACKENRODER.

b) Kohlenstoffreiche Substanzen, als: Graphit, Cokes, Holzkohle etc. Diese Substanzen empfehlen sich besonders durch ihre chemische Wirkungslosigkeit und völlige Unschmelzbarkeit, und dienen weniger als Zusatz zu feuerfesten Steinen, als zu solchen Tiegeln (Passauer, Ypser Tiegel), welche hauptsächlich beim Schmelzen der Metalle, Legirungen und von Gussstahl[1]) Verwendung finden. Zuweilen wird in Gussstahlhütten die Masse von schon ge-

1) Ueber Stahlschmelztiegel: ERDM., J. f. ök. Ch. II, 108, 299; XIII, 363; — B. u. h. Ztg. 1845. S. 433. Oester. Zeitschr. 1856. S. 245.

brauchten Graphittiegeln als Chamotte feuerfestem Thone zugesetzt.

Der Graphit zeichnet sich vor den übrigen kohligen Zusätzen dadurch aus, dass er vom gewöhnlichen Tiegelfeuer nicht verzehrt wird.

Die Passauer Tiegel bestehen z. B. aus 1 Theil plastischen Thon von Schildorf bei Passau (Analysen pag. 359) mit 3—4 Theilen Graphit, welcher auf Nestern, Lagern und Gängen im dasigen Gneiss vorkommend, nach BERTHIER folgende Bestandtheile enthält: 34 Kohlenstoff, 41 Kieselerde, 15 Thonerde, 8 Eisenoxyd, 2 Magnesia und Wasser.

Der anzuwendende Graphit muss möglichst frei von Substanzen (Eisenoxyd, Kalkerde etc.) sein, welche auf die Feuerbeständigkeit des Thones schädlich influiren. Im Kleinen reinigt man den Graphit wohl von solchen Substanzen durch Glühen mit 2 Volumtheilen Potasche oder Soda, und Behandeln des Rückstandes mit verdünnten Säuren. [1])

Cokes und Holzkohlen dienen ebenfalls, jedoch nur in geringern Mengen (2—6 %) zum Versatz des Thones. Bei einem Uebermass davon wird der Thon zu bröcklich und porös und der Kohlenstoff verbrennt in diesen Substanzen leichter, als im Graphit. Es geben z. B. auf der Sollinger Gussstahlhütte [2]) im Hannover'schen 9 Theile roher Schöninger Thon (Analyse pag. 359) mit 14 Theilen gebranntem Thon und 6 Theilen Holzkohlen das Material für die Gussstahltiegel.

Auf den Oberharzer Hütten bedient man sich unter dem Namen Cokessteine [3]) eines in Ziegelform gebrachten Gemenges von gesiebter Cokeslösch mit wenig Lehmwasser.

c) Auch mengt man wohl dem Thone sehr strengflüssige Fossilien bei, z. B. Halloisit [4]) (Al_2O_3, $SiO_3 + Al_2O_3$, HO), Magnesit im gebrannten und gepochten Zustande (in Steyermark Magnesitziegel bei Hoh- und Puddelöfen), Serpentinmehl (Steyermark) etc.

1) LÖWE in: Polyt. Centr. 1855. S. 1404. Oester. Zeitschr. 1855, S. 355.
2) Bgwfd. I, 424; II, 193.
3) KERL, Oberh. Hüttenprozesse. 2. Aufl. 1860. S. 272.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 394.

C. Künstlich bereitete, gebrannte, weniger feuerbeständige Steine.

Ordinaire Ziegelsteine.

Weniger feuerbeständig, als die unter B aufgeführten Materialien sind:

Barrensteine.

1) die Back-, Barren- oder ordinären Ziegelsteine[1]), welche aus einem Kalk, Eisenoxyd und Alkalien enthaltenden Thone (Lehm) gebrannt werden. Zuweilen wendet man, wie auf den Oberharzer Hütten, ungebrannte Steine von gepochtem Thonschiefer[2]) an, welche erst beim Schmelzprozesse selbst gebrannt werden. Haben die Barnsteine beim Brennen eine angehende Schmelzung erlitten, so nennt man sie Klinker[3]), welche sich für Röstapparate sehr gut eignen, dagegen weniger für Schmelzöfen, weil sie beim Erhitzen leicht springen.

Schlackensteine.

2) Schlackensteine, Schlackenziegel. Höher silicirte zähflüssige Schlacken werden zuweilen in passenden Formen zu Ziegeln geformt und diese zur Herstellung von Ofentheilen benutzt, in welchen eine weniger hohe Temperatur herrscht. So werden z. B. Steine von Oberharzer Schliegschlacken[4]) zur Herstellung der Schlieg- und Steinöfen verwandt; auf einigen schwedischen Eisenhütten[5]), welche leichtflüssige Erze verschmelzen, führt man den Kernschacht theilweise aus Schlackenziegeln auf, mit Ausnahme des oberen Theiles, welcher durch den häufigen Temperaturwechsel am meisten leidet.

D. Ungebrannter Thon im Gemenge mit zerkleintem Quarz oder Chamotte, sogenannte Masse.

Masse.

Statt natürlicher oder künstlicher feuerfester Steine verwendet man in neuerer Zeit zur Herstellung des Gestells oder der Rast oder beider an Eisenhohöfen häufiger Masse[6]),

---

1) Untersuchung einiger Lehmsorten in Bezug auf ihre Brauchbarkeit zu Back- und Barnsteinen. Polyt. Centr. 1847. p. 1301. Kerl, Oberh. Hüttenprozesse. 1860. S. 268.

2) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. p. 270. Dingl., CXIII, 133. Polyt. Centr. 1847. p. 1301.

3) Berlin. Handels-, Industrie- und Gewerbeblätter. IV, 205.

4) Kerl, Oberh. Hüttenproz. 2. Aufl. 1860. S. 273.

5) B. u. h. Ztg. 1857. S. 127.

6) Karst., Eisenhüttenkunde III, 62. — Le Blanc, Eisenhütten-

welche nach Schablonen aufgestampft wird, z. B. in Frankreich, Schweden[1]), Schlesien[2]), am Harze[3]) etc. Weniger findet man die Massenzustellung auf englischen und belgischen Hütten. Erfordert gleich die Herstellung eines solchen Gestelles mehr Zeit, als der Aufbau aus Steinen, so können die Massengestelle doch erhebliche Vortheile in ökonomischer Hinsicht gewähren.

Die Masse besteht aus denselben feuerfesten Materialien, wie die feuerfesten Ziegelsteine, nur mengt man den stark gebrannten Thon (Chamotte) oder Quarz zuweilen in grössern Stücken, bis haselnussgrossen Körnern zu, um das Schwinden möglichst zu verhindern.

Auf schwedischen Hütten verwendet man zur Masse feuerfesten Thon und gebrannten und gepochten Quarz vom feinsten Sand bis Erbsengrösse, und zwar wird die Masse für die untersten Schachttheile aus $^1/_{10}$ — $^1/_8$ Thonmehl und $^9/_{10}$—$^7/_8$ Quarzsand, für die obersten aus $^1/_4$—$^1/_3$ Thon und $^3/_4$—$^2/_3$ Quarzsand zusammengesetzt. — Auf der Gittelde-schen Eisenhütte am Harze nimmt man für die dem Gestellraum zunächst liegenden Theile 4 und für die am Rauhgemäuer liegenden Theile 5 Volumina Quarz von Altenau auf 1 Volumen Thon vom Kahlenberge. Der Quarz enthält 93,85 Kieselsäure, 2,15 Eisenoxyd, 1,55 Thonerde, 1,80 Manganoxyduloxyd, 0,92 Kalkerde und 0,41 Magnesia; der Kahlenberger Thon 95,0 kieselsaure Thonerde, 1,0 kohlensaure Kalk- und Talkerde, 1,3 Eisen- und Manganoxydul und 2,4 Wasser.

Weniger[4]) empfiehlt bei kieselerdereichen Eisensteinsbeschickungen eine Masse aus 4 Theilen reinem Quarzsand von Hirse- bis Taubeneigrösse, 1 Theil feuerfestem Thon und 1 Theil alter Gestellmasse oder grob gepochten feuerfesten Ziegeln; bei vorherrschend thonerdehaltiger Beschickung

kunde, deutsch v. Hartmann. 1839. 1 Thl. — Karst., Arch. 1. R. II, 116, VII, 397. — Weniger, pract. Schmelzmeister. S. 88, 110.

1) Tunner, Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 31.

2) Schulze in Karst. Arch. 1. R. II, 176. Dürre in B. u. h. Ztg. 1860. S. 393.

3) Becker in v. Carnall's preuss. Zeitschr. II. Bd. 3. Lief. p. 126. 1854.

4) Weniger, pract. Schmelzmeister. S. 89.

ein Gemenge von 1 Theil reinem frischen Thon, 1 Theil Quarzsand und 4 Theilen Chamotte.

Auf Oberschlesischen Zinkhütten[1]) werden in den Zinkdestillíröfen die Gewölbe immer und der Feuerraum zuweilen aus einer Masse von 1 Theil polnischem Thon und 2 Thln. Sand geschlagen.

In Steyermark finden sich aus 4 Theilen Serpentinmehl und 1 Theil feuerfestem Thon geschlagene Massengestelle (Friedauhohofen bei Vordernberg).

Auf den Oberharzer Eisenhütten wendet man zur Herstellung der Gestelle anstatt des Blankenburger Sandsteines häufig Massengestelle an.

Bei Bereitung der Masse mengt man entweder die Bestandtheile im trocknen Zustande und benetzt das Gemenge mittelst einer Giesskanne mit Wasser in solchem Grade, dass sich dasselbe bei starkem Druck ballen lässt; oder man rührt mit heissem Wasser einen Thonbrei an, giesst denselben über den gepochten Quarz und arbeitet die Masse gehörig durch. Das nicht klebende, ziemlich trockne Material wird in dünnen Lagen, nachdem die vorhergehende Lage oberflächlich rauh gemacht ist, mit erwärmten Stössern aufgestampft.

Feuerfeste Bindemittel.

§. 60. Feuerfeste Bindemittel. Häufig bedarfs beim Zusammenfügen feuerfester Steine gar keines Bindemittels, indem es genügt, dieselben, wenn sie gut behauen, sorgfältig an einander zu setzen oder zusammenzuschleifen. Wo Mörtel erforderlich ist, empfiehlt sich guter Lehm oder Thon, wenn das Gemäuer keiner hohen Temperatur ausgesetzt wird. Feuerfesten Mörtel bereitet man am besten aus einer Masse, welche eine den Mauersteinen ähnliche Zusammensetzung hat, also aus feuerfestem Thon besteht, den man mit Sand, gepochtem Sandstein oder Chamotte in solcher Menge versetzt, dass die Masse etwas fetter und dünner bleibt.

Als solche Masse empfiehlt sich ein Gemenge von 1 fein gesiebtem Quarzsand, 2 alter gepochter Gestellmasse und 1 Thon. Als feuerfeste Masse, mit welcher die Form vor dem Einlegen in die Formöffnung umkleidet wird, empfiehlt

1) Kerl in Muspratt-Stohmann, techn. Ch. III, 1900.

Weniger ein Gemenge von Thon, gepochten Graphittiegeln und feinem Sand oder frischem Graphit und gepochte Thonziegel, mit dem nöthigen Thonwasser zu einem geschmeidigen Teige angemacht.

Ist Mörtel erforderlich, so taucht man die Steine in denselben ein und lässt das Ueberflüssige abfliessen. Zum Schutze der Steine gegen die unmittelbare Wirkung des Feuers überstreicht man sie mit einer Glasurmasse aus 3 Thln. trocknem Lehm und 1 Thl. Kochsalz, mit schwachem Essig zu dünnem Brei angerührt.

Kalkmörtel kommt nicht zur Anwendung, weil er bei erhöhter Temperatur nicht erhärtet; Gypsmörtel schmilzt leicht.

Herd-materialien.

§. 61. Feuerfeste lose Massen zur Bildung des Schmelzherdes. Selten pflegt das Schmelzen etc. des Erzes direct auf den feuerfesten Steinen des Gemäuers zu geschehen, wie dies z. B. im Eisenhohofen, in Schacht- und Flammöfen zum Rösten der Fall ist, vielmehr gibt man diesen eine Decke (Herd, Sohle, Herdsohle), auf welcher die Schmelzung stattfindet. Eine solche Decke darf bei der Temperatur, welche der Schmelzprozess etc. erheischt, nicht flüssig oder rissig werden und muss möglichst wenig auf das Schmelzgut einwirken.

Diese Bedingungen erfüllen mehr oder weniger:

Gestübbe.

1) das Gestübbe, ein mit Kohlen- [1]), Cokes- [2]), Graphit- oder Anthracitpulver [3]) gemengter Thon (Lehm) oder Thonschiefer. [4]) Gewöhnlich nennt man ein aus gleichen Theilen Kohlen und Thon bestehendes Gemenge mittleres, bei mehr Thon schweres und bei weniger Thon leichtes Gestübbe; auf den verschiedenen Hütten erleidet jedoch diese Nomenclatur Abänderungen. Kohlenreiches, leichtes Gestübbe widersteht der Einwirkung der Schwefelungen besser, als schweres, thonreicheres, dagegen weniger gut der mechanischen Abnutzung und der Verbrennung. Durch Zusatz von etwas Mergel, Sand oder gepochtem Sandstein lässt sich das

1) Kerl, Oberh. Hüttenproz. 1860. p. 279.
2) Jahrb. für den sächs. Berg u. Hüttenm. 1831, p. 114. Lampad., Fortschr. 1839. p. 75.
3) Erdm., Journ. f. pr. Ch. IV, 424. B. u. h. Ztg. 1859. S. 324.
4) Kerl c. l.

Gestübbe feuerfester (schwerer) machen. Dies ist um so erforderlicher, je fressender die Erze etc. sind und je länger der Herd halten soll. Cokes und Anthracit, in geringerer Menge vorhanden als Holzkohlen, geben dem Herde eine grössere Haltbarkeit, als letztere. [1]) Auf den Freiberger Hütten hat man das Gestübbe aus gleichen Theilen Kohlenlösch und Lehm gegen ein solches aus 2 Theilen Cokeslösch und 1 Theil Lehm umgetauscht; auf den Oberharzer Silberhütten setzt man dasselbe für die meisten Arbeiten aus 1 Theil Thonschiefermehl und 2 Theilen Kohlenlösch zusammen, beim Glättfrischen nimmt man von beiden gleiche Theile; am Unterharze besteht das schwere Gestübbe aus gleichen Theilen Kohlenlösch und Lehm, beim Verblasen der Schwarzkupfer im Spleiss- oder Granulirofen setzt man zu 2 Theilen schwerem Gestübbe 1 Theil Mergel, und beim Gaarmachen auf dem kleinen Herde wird dem Gestübbe etwas Sand beigemengt. In Kupferschmelzöfen zu Boston [2]) besteht das Gestübbe aus gleichen Theilen Quarzsand, Thon und Anthracit.

Das Gestübbe schützt das Ofengemäuer gegen das Wegfressen durch die flüssige Schlacke, gestattet ein leichteres Wegräumen der Ansätze, hält als schlechter Wärmeleiter die Hitze zusammen und wirkt wegen seines Kohlengehaltes reducirend. Zwar wird dasselbe mit der Zeit zerstört, lässt sich jedoch leicht erneuern.

Die Bereitung des Gestübbes [3]) geschieht durch Zusammenpochen oder sonstiges Mengen der gesiebten Substanzen und nachheriges Benetzen mit Wasser, in welchem Zustande sich dasselbe ballen und mit hölzernen, eisernen oder bleiernen Stössern in die gewünschte Form bringen lässt.

Thon und Lehm.

2) Thon, Thonschiefer oder Lehm werden in angefeuchtetem Zustande wohl für sich angewandt, wenn eine Beimengung von Kohle nicht zulässig ist. Solche Herde etc. reissen leicht und müssen sehr sorgfältig abgewärmt werden (Verschmelzen der Bleierze in Flammöfen). Die Schmöllnitzer Spleiss-

1) Lampad., Fortschr. p. 75.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 324.
3) Kerl c. l.

öfen erhalten eine Herdsohle aus 50% quarzigem Thonschiefer, 33% Talkschiefer und 17% Ziegelmasse.

Quarzsand. 3) **Quarzsand**, welcher vorzüglich in den zum Kupferschmelzen dienenden Flammenöfen zur Verwendung kommt. Der auf den **Walleser** Kupferhütten benutzte Quarzsand besteht nach Le Play aus 86 Quarz und $\dddot{\text{Si}}$, 5,7 $\dot{\text{Ca}}$, 0,8 $\dot{\text{Mg}}$, 1,6 $\dddot{\bar{\text{Al}}}$, 1,2 $\dddot{\bar{\text{Fe}}}$, 4,5 $\ddot{\text{C}}$ und einer Spur $\dot{\text{H}}$.

Zu **Dillenburg** wendet man beim Verschmelzen des nickelhaltigen Schwefelkieses als Gestübbe für die Schachtofensohle gepochten feuerfesten Sandstein an.

Schlacken. 4) **Zerkleinte Schlacken**, wie beim Frischen des Eisens in Flammöfen.

Aescher. 5) **Ausgelaugte kalkreiche Holzasche** [1]) (Aescher), früher ganz allgemein zum Ausschlagen der Treibherde im Gebrauch, jetzt meistens durch Mergel verdrängt, welcher wegen seiner gleichmässigen Beschaffenheit ein sichereres Arbeiten zulässt und bei seiner grössern Dichtigkeit weniger Blei- und Silberoxyd einsaugt und dadurch ein besseres Ausbringen an Blei und Silber gestattet. Die Hauptbestandtheile des gewöhnlich von Seifensiedern bezogenen Aeschers sind: Aetzkalk, kohlensaure Kalkerde und Magnesia, gebunden an Phosphorsäure, Kieselsäure und Kohlensäure. Bei zu bedeutendem Thongehalte wird der Herd leicht rissig.

Beigemengte kohlige Theile sind durch vorheriges Ausglühen zu entfernen. Buchenasche liefert das beste Herdmaterial. Ein zu Treibherden tauglicher Aescher enthält 66 — 70 % kohlensauren und Aetzkalk, 17 — 21 % Kieselerde, 10—11% Thonerde und 2—4% Eisenoxyd.

Mergel. 6) **Mergel**, im Wesentlichen kohlensaurer Kalk, welchem Thon und Sand in schwankenden Verhältnissen beigemengt sind, wonach man, je nach dem vorwaltenden Bestandtheile, **Kalk-, Thon- und Sandmergel** unterscheidet. Schon in den Jahren 1803—1804 wurden zu **Tajowa** [2]) in Niederungarn Mergelherde beim Silberabtreiben mit gutem

1) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 2. Aufl. 1860. S. 285. — Analysen einer Seifensiederasche von Heilbronn in: Erdm. Journ. f. pr. Chem. LXIII, 51.

2) Zeitschr. für das österr. Berg- und Hüttenwesen. 1853. p. 404. B. u. h. Ztg. 1854. p. 62.

Erfolge versucht, 1806 zu Pribram, 1813 zu Tarnowitz in Oberschlesien [1]), 1815 in Freiberg [2]), 1828 am Com.-Unterharze [3]), sowie einige Jahre darauf auch auf den Oberharzer Silberhütten. [4])

Die auf den Harzer Hütten zur Verwendung kommenden guten Treibmergel erkennt man ungefähr an dem Zerfallen der grössern Stücke an der Luft in parallepipedische Stücke, am muschligen Bruche, geschmeidigen Anfühlen, schwachen Kleben an der Zunge und oberflächlich schwarzer oder gelber Färbung bei länger an der Atmosphäre liegenden Stücken. Dieselben haben folgende Zusammensetzung [5]):

$\dddot{Si}$ 21,22—22,24; $\overset{\dddot{}}{\bar{Al}}$ 5,39—6,76; $\overset{\dddot{}}{\bar{Fe}}$ 3,54—5,39; $\dot{Ca}\ddot{C}$ 65,65—66,41; $\dot{Mg}\ddot{C}$ 1,05—2,22.

Bei einem steigenden Thongehalte des Mergels werden die Herde leicht rissig, bei vorwaltendem Kalkgehalte haben sie wenig Zusammenhang, ausserdem entwickelt sich unter Blasenwerfen viel Kohlensäure. Durch Vermengen verschiedener Mergelsorten oder durch Zuschlag von Thon oder Kalk lassen sich häufig natürliche Mergel verbessern, oder aus letztern beiden Substanzen (3—4 Raumtheile Kalkstein auf 1 Raumtheil Thon) künstliche zusammensetzen. Reiner Kalk ist auch wohl beim Flammenofenfrischen als Herdsohle angewandt. [6]) Vor seiner Anwendung wird der Mergel gepocht, gesiebt und gleichmässig mit so viel Wasser angenetzt, dass er sich beim Drücken in der Hand ballt, ohne Feuchtigkeit in derselben zu hinterlassen.

7) Knochenmehl, Beinasche, dient gewöhnlich als Herdmaterial in den englischen Treiböfen mit beweglichem Herde, beim Feinbrennen des Silbers etc., und wird durch Weissbrennen, Zerkleinern und Schlämmen von Knochen

1) Karst., Arch. 1. R. II. 136.
2) Jahrb. für den sächs. Berg- und Hüttenm. 1832. p. 230.
3) Kerl, die Rammelsberger Hüttenprozesse. 1861. p. 57.
4) Kerl, Oberh. Hüttenproz. 1860. p. 280.
5) Kerl und Wimmer, B. u. h. Ztg. 1853. p. 241.
6) Karst., Arch. 2. R. II. 292.

erhalten. [1]) Dieselbe besteht im Wesentlichen aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk in ungleichen Mengen, gemengt mit geringen Quantitäten phosphorsaurer Magnesia, Fluorcalcium, schwefelsaurem Natron etc.

Zweites Kapitel.

Von den Oefen und deren Betriebe.

Eintheilung der Oefen.

§. 62. Eintheilung. Eine scharfe Klassification der Oefen ist nicht wohl möglich; man theilt sie gewöhnlich nach gewissen hervorragenden Eigenthümlichkeiten ihrer Construction, und je nachdem das darin zu behandelnde Erz mit dem Brennmateriale in unmittelbarer Berührung ist oder nicht, ein in: Herd-, Schacht-, Flamm- und Gefässöfen. [2]) In den Herd- und Schachtöfen pflegt das Brennmaterial mit dem Erze in unmittelbarer Berührung zu sein, in den Flamm- und Gefässöfen ist dasselbe davon getrennt und wird entweder von der Flamme desselben unmittelbar getroffen (Flammöfen), oder dasselbe befindet sich in Gefässen eingeschlossen, welche entweder durch rohe oder durch verkohlte Brennmaterialien erhitzt werden. Sämmtliche Apparate können Zug- oder Gebläseöfen sein. Die Luftzuführung bezweckt entweder nur die Erzeugung einer höheren Temperatur durch Verbrennen des Brennmaterials oder eine gleichzeitig oxydirende oder reducirende Wirkung, letztere durch Bildung reducirender Gase aus dem Brennstoffe.

---

1) Kerl, Oberh. Hüttenproz. 1860 S. 206. — Bodemann-Kerl's Probirkunst. 1857. S. 59.

2) Die diesem Kapitel beigegebenen Zeichnungen von Oefen sollen nur im Allgemeinen deren Einrichtung versinnlichen. Im speciellen Theil der Hüttenkunde werden bei Abhandlung der einzelnen Metalle, wo es erforderlich ist, detaillirte und in grösserem Massstabe ausgeführte Abbildungen beigegeben werden.

Um Wiederholungen zu vermeiden, ist die Lehre der Construction der Oefen theilweise mit der des Betriebes kurz verbunden.

A. Herde oder Herdöfen.

§. 63. Allgemeines. Herde sind kastenförmig oder zirkelförmig ausgetiefte Feuerstätten, entweder ganz offen oder an einer oder mehreren Seiten mit niedrigen Mauern, Eisenplatten, Gestübbe etc. geschlossen. Das mit dem Erze etc. in Berührung befindliche Brennmaterial wird entweder durch natürlichen Luftzug oder durch Gebläseluft verbrannt, aber nur ein geringer Theil von der entwickelten Wärme ist nutzbar, weshalb die Herde in dieser Beziehung zu den unvollkommensten Vorrichtungen gehören, während die darin erzeugte Temperatur mitunter höher ist, als in Flamm- und Gefässöfen.

Construction der Herde.

§. 64. Herde ohne Gebläse. Dieselben dienen seltener zur Erzeugung von niedrigen Schmelztemperaturen (Saigerherd, Zinnpauschherd), als zur Erhitzung von Körpern bis zu einer solchen Temperatur, bei welcher sie sich, mit oder ohne Verlust an flüchtigen Substanzen, auflockern oder der Sauerstoff der Luft auf dieselben chemisch einwirken kann (Vorrichtungen zum Rösten, Calciniren, Brennen).

A. Röstvorrichtungen. Bei Auswahl einer Röst-Methode im Allgemeinen (S. 68) ist besonders auf die Korngrösse des Erzes, auf den Brennmaterialverbrauch, den erreichbaren Grad der Oxydation und auf die Arbeitslöhne Rücksicht zu nehmen. In Betreff des Brennmaterialverbrauchs ist die Röstung in freien Haufen die unvortheilhafteste, dann folgt die Röstung in Stadeln, darauf die in Flammenschachtöfen und Flammöfen; am günstigsten stellt sich die Röstung in Schachtöfen, in welchen Brennmaterial und Erz mit einander geschichtet werden. In Bezug auf oxydirende Röstung wirken Flammöfen [1]) am vortheilhaftesten, dann folgen Schachtöfen mit Flammenfeuerung, Stadeln, freie Haufen und zuletzt Schachtöfen mit eingeschichtetem Brennmaterial. Hinsichtlich der Arbeitslöhne stellen sich freie Haufen am billigsten. Erze etc. in Schliegform erfordern Stadeln oder Flammöfen, solche in Stücken ausser Flammöfen alle übrigen Röstvorrichtungen. Es kommen jedoch Fälle vor, wo Erze

Auswahl einer Röstvorrichtung.

1) Erdm., J. f. ök. u. techn. Chem. VIII. 306.

in Bruchstücken in Flammöfen behandelt werden (Calcination des Galmeies, Rösten der Kupfererze).

Röstvorrichtungen.

Die zu den Herden gehörigen Röstvorrichtungen zerfallen in: freie Haufen, Gruben und Stadeln.

Freie Haufen.

1) Die freien Haufen (S. 71), wobei die Erhitzung des Erzes etc. in freistehenden Haufen, gewöhnlich von der Gestalt einer abgestumpften Pyramide oder eines abgerundeten Kegels geschieht. Je nach der Fähigkeit des Röstgutes, bis zu einem gewissen Grade erhitzt, fortzubrennen (Schwefelungen, Kupferschiefer, Blackband) oder nicht (Eisensteine ohne kohlige Beimengungen) genügt es, das Erz nur auf eine Unterlage von Holz zu bringen, oder es muss dasselbe mit Brennmaterial abwechselnd geschichtet werden. Ist in ersterem Falle in dem Erze nicht so viel brennbare Substanz vorhanden, dass der Rösthaufen den Einfluss der Atmosphärilien vertragen kann, ohne zu verlöschen, so versieht man denselben mit einer Bedachung und seitlichem Schutze (Rösthäuser, Röstschuppen für Leche etc.). Die beim Rösten gebildeten Gase und Dämpfe entlässt man entweder in die Luft, oder letztere werden auf dem Rösthaufen theilweise condensirt (Schwefelgewinnung am Unterharze, in Fahlun zu Agordo).

Man röstet in freien Haufen gewöhnlich in Stücken vorhandene Erze von geringerem Werthe, welche zu ihrer Zersetzung keiner hohen Temperatur bedürfen (Eisensteine, Kupferschiefer, arme geschwefelte Kupfererze). Die Ausnutzung des Brennmaterials ist dabei, besonders bei kleinen Haufen, unvortheilhaft, indem die Wärme nach allen Seiten des Haufens entweichen kann, und die Atmosphärilien störend darauf influiren, in Folge dessen auch die Röstung mehr oder weniger unvollkommen ausfällt. Ersterer Nachtheil verschwindet jedoch dadurch etwas, dass man beim Haufenrösten allerhand Brennmaterialabfälle benutzen kann. Vortheilhaft ist diese Methode in Bezug auf die Kosten an Arbeitslöhnen, indem der einmal angezündete Haufen wochenlang sich nur selbst überlassen zu werden braucht und weil sie keine besondere Vorrichtung erfordert. Grössere Haufen verlangen verhältnissmässig weniger Brennmaterial, als kleine.

Rösthaufen mit Brennmaterialunterlage.

a) Freie Haufen mit einer Brennmaterialunterlage. Auf eine etwas erhabene, trocken gelegte, aus Schlacken, Thon, schwerem Gestübbe, Erzklein etc. aufgestampfte oder gemauerte Sohle ohne Umfassungswände werden Scheitholz, Well- oder Reissholz, Zimmerspähne, Holzkohle, seltener Torf, Steinkohle oder Braunkohle in Form eines Rechteckes, Quadrates oder Kreises ausgebreitet und dabei Zugcanäle gebildet. Die Stärke der Brennmateriallage richtet sich einmal nach dem Grade der zu erreichenden Röstung, dann nach der Beschaffenheit des Erzes, namentlich ob dasselbe nach dem Erhitzen mehr oder weniger leicht fortbrennt. Schwefelkies und bitumenreiche Erze erfordern aus diesem Grunde keine starke Brennmaterialunterlage. Auf diese stürzt man das Erz etc. in der Weise auf, dass zu unterst die grössten Stücke, bis zu 25 Cubikzoll Grösse, kommen, nach oben und nach den Seiten hin kleinere Stücke. Je grösser die Stücke, desto lebhafter wird der Luftzug. Wird derselbe zu stark, so treten bei schwefelreichen Erzen leicht Sinterungen, Schmelzungen und Metallverluste durch Verflüchtigung, bei schwefelarmen Abkühlung und theilweise Unterbrechung der Röstung ein. Zu kleine Stücke hemmen den Luftzug und in Folge dessen findet die Röstung nur schwach und langsam statt.

Zur Regulirung des Luftzutritts bei grösseren Erzstücken und zum Zusammenhalten der Wärme gibt man dem Haufen eine Decke von Erzklein, Schlieg, Röstklärc etc., durch deren stellenweises Wegräumen der Zug nach allen Seiten hin geleitet werden kann. Bei kleineren Erzstücken von etwa 2—3 Cubikzoll Grösse bringt man zur Beförderung des Luftzuges in der Mitte des Haufens einen durch zusammengestellte Holzscheite gebildeten Schacht oder eine aus Thonsteinen gemauerte, durchbrochene Esse an, in welche auf der Sohle des Haufens Zugcanäle einmünden. Bei grossen Haufen stellt man in gewissen Entfernungen von einander Holzscheite vertikal auf, um einen gleichmässigen Zug herbeizuführen.

Ein Haufen hält 100—1000 und mehr Centner, ist selten über 8 Fuss hoch und hat einen Durchmesser von etwa

14 48 Fuss. Die Höhe desselben kann auf die Metallverflüchtigung Einfluss haben (S. 91).

Das Anzünden des Haufens geschieht bei schwefel- und bitumenreichen Erzen an der der Windrichtung entgegengesetzten Seite, bei Windstille und bei bitumen- und schwefelarmen Erzen durch den Schacht. Man sucht durch rasches Verbrennen des Brennmaterials den untern Theil des Haufens in der kürzesten Zeit in die zum Fortbrennen erforderliche Hitze zu versetzen (daher nur die Brauchbarkeit von gutem Rösteholz), dann aber die Röstung durch Regulirung des Luftzutritts langsam fortzuführen, weil sie hierbei um so vollkommner ausfällt. Durch eine schnelle Röstung wird das Schwefelausbringen begünstigt (S. 74).

Die Röstung ist beendigt, wenn keine durch Geruch und Gesicht wahrnehmbare Gase und Dämpfe aus dem Röstgute mehr entweichen und dasselbe eine dem vorherrschenden Metalloxyde entsprechende Farbe, erdiges Ansehen etc. angenommen hat.

Grad und Dauer der Röstung hängen hauptsächlich von der Grösse der Erzstücke, der Regulirung des Luftzutrittes und der Temperatur, vor Allem aber von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Erze ab, ob sie dicht, porös, arm oder reich an Schwefel sind u. dgl m. (S. 72). Die Röstung dauert von einigen Tagen bis zu 30 Wochen und mehr.

Wie bereits bemerkt, fällt die Haufenröstung stets unvollkommen aus. Nur selten genügt ein einmaliges Rösten (Oberharzer Kupferkiese). Erfordert der Schmelzprozess ein vollständiger geröstetes Gut, so muss die Röstung noch ein oder mehrere Male wiederholt werden. Dabei werden beim Wegräumen der ersten Röste die schlecht gerösteten oder gesinterten Stücke zerschlagen und wieder auf ein frisches Bett von Brennmaterial gebracht (Wenden des Rostes ins zweite, dritte etc. Feuer). Bei dem jedesmaligen Wenden des Rostes werden die gut gerösteten Stücke ausgehalten.

Von den chemischen Vorgängen beim Rösten der Erze in Bruchstücken war S. 72 die Rede.

In Freiberg [1]) hat man Versuche gemacht, die beim

1) Plattner, Röstprozesse. S. 334.

Rösten in Haufen entwickelte schweflige Säure für die Umgebung unschädlich zu machen.

Beispiele

Als Beispiele für diese Art der Röstung mögen folgende gelten:

Unterharzer Kupfererze

Röstung der Unterharzer Blei- und Kupfererze[1]) mit Schwefelfang (Taf. IV. Fig. 124, 125). *a* Sohle, gebildet aus einer Lage Thon, darüber Schlieg und zu oberst geröstetes Erzklein. *b* Zugschacht. *c* Durch Holzscheite gebildete Züge. *d* Holzscheite (9—10 Mltr. zu einer Röste). *e* Erz, an Korngrösse von unten nach oben hin abnehmend. *f* Löcher von 8—10 Zoll Tiefe und nur 12—14 Zoll Durchmesser zur Aufnahme des Schwefels. *g* Brandloch, mit leicht entzündlichem Brennmaterial gefüllt. Etwa 14 Tage nach dem Anzünden der Röste zeigt sich auf der Oberfläche flüssiger Schwefel, worauf man in die Decke des Haufens 25 Schwefellöcher *f* einstampft und daraus bis fast zum Ende der Röstung täglich zweimal flüssigen Schwefel ausschöpft. Eine Röste von 550 Scherben oder etwa 2300 Ctnr. Erz steht bei einem Aufwande von 9—10 Mltr. à 80 Cubikfuss Röstholz 24—26 Wochen im ersten Feuer und gibt an 23 Ctnr. Rohschwefel; im zweiten Feuer bleibt sie 8, und im dritten 4—6 Wochen bei einem jedesmaligen Aufwand von 8 bis 9 Malter Holz, so dass die ganze Röstung fast ein Jahr dauert.

Agordo Kupfererze

Aehnlich wie am Unterharze röstet man zu Agordo[2]) kupferarme Schwefelkiese (S. 75) in quadratischen Haufen von 210 Tonnen Erz Inhalt, 6 Meter unterer Seite, 4 Meter oberer Seite und 2,3 Meter Höhe. Man verbraucht 5—6 Cubikmeter Holz und fängt in 0,25 Meter weiten und 0,10 Meter tiefen Löchern in der Decke Schwefel auf. Auf 1 Ctnr. Erz gewinnt man höchstens 0,002 Schwefel. Hier ist das Kernrösten (S. 75) üblich.

Mansfelder Kupferschiefer

Kupferschiefer (S. 77) werden im Mansfeld'schen[3]) in Haufen von 20—30 Fuss Breite, 4—7 Fuss Höhe und 50—100 und mehr Fuss Länge in der Weise gebrannt, dass

1) Kerl, die Rammelsberger Hüttenproz. 2. Ausg. 1861. S. 20.
2) Rivot, Handb. d. Hüttenk., deutsch von Hartm. 1. Bd. S. 241.
3) Rivot c. l. S. 348. Plattner's Röstprozesse. 1856. S. 42.

man auf die aufgestampfte Röstsohle eine Lage Schiefer bringt, längs deren Seiten einen Kranz von Wellholz bildet, von diesem aus rechtwinklig nach der Mitte zu ebenfalls Wellen legt, solche auch bei grösseren Haufen noch an mehreren Stellen kreuzweis anbringt und auf die Wellen zu verschiedenen Malen Lager von Schiefer ausbreitet. 100 Fuder Schiefer à 60 Ctnr. bilden einen Haufen von etwa 60 Fuss Länge, 30 Fuss Breite und 6 Fuss Höhe. Man zündet sodann den Haufen an den Seiten und Ecken an und lässt sich das Feuer nach der Mitte hin verbreiten. Dies wird dadurch begünstigt, dass man an die Wellen zunächst eine Schicht von sehr bituminösen Schiefern gestürzt hat. Ein Haufen von 60—250 Fuder brennt 8—24 Wochen und es gehen auf 1 Fuder 0,15—0,2 Schock à 200—230 Pfd. Wellholz. Damit eine möglichst gleichmässige Röstung und keine Schmelzung im Haufen eintritt, gattirt man bitumenärmere Schiefer mit den bitumenreicheren und die Kläre mit den schaaligen Schiefern.

Oberharzer Bleistein.

Bleistein [1]) wird auf den Oberharzer Silberhütten in Rösthäusern in Haufen geröstet. Auf eine 2—3 Zoll hohe Schicht gepochter Schliegschlacken bringt man zwei Lagen Fichtenscheitholz der Länge und Breite nach und darauf 1000—4000 Ctnr., gewöhnlich 1500—2000 Ctnr. Bleistein, in faustgrosse Stücke zerschlagen, in Gestalt eines etwa 24 Fuss langen, 16 Fuss breiten und 5—6 Fuss hohen Haufens. Nachdem zwischen die Holzunterlage gebrachte Späne angezündet, lässt man das Holz abbrennen und schreitet nach 3—4 Wochen zum Wenden des Rostes. Auf 100 Ctnr. Stein gehen behuf vollständiger, 6—7 maliger Abröstung etwa 1,5 Mltr. Röstholz.

Bei dem nicht sehr bedeutenden Schwefelgehalt des Steines muss die Abröstung desselben unter Bedachung geschehen, damit der Haufen durch den möglichen Einfluss der Atmosphärilien nicht verlischt.

Rösthaufen mit eingeschichtetem Brennmaterial.

b) Freie Haufen mit eingeschichtetem Brennmaterial. Dieses Verfahren wird entweder angewandt, wenn die Erze nicht die Fähigkeit besitzen, bis zu einem

1) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 416.

gewissen Grade erhitzt, von selbst fortzubrennen, z. B. die meisten Eisensteine mit Ausnahme der Kohleneisensteine, oder beim Rösten von Schwefel-, Antimon- und Arsenverbindungen, um im Rösthaufen gebildete schwefelsaure, antimonsaure und arsensaure Metalloxyde durch eine reducirende Einwirkung auf die Säuren zu zersetzen (z. B. Rösten zinkischer Kupfererze zu Atvidaberg in Schweden). Auch mengt man bei schwefelärmeren Erzen wohl Brennmaterial ein, um den Haufen lockerer zu erhalten, eine gleichförmige Hitze zu erzeugen und in Folge dessen eine vollständigere Röstung zu erzielen.

Beispiel Eisensteinröstung

Behuf Röstung von Eisensteinen (pag. 79) bringt man auf eine geebnete Sohle eine dünne Schicht *d* von groben Eisensteinsstücken, damit das Brennmaterial nicht feucht wird, breitet darüber die unterste Schicht Brennmaterial *a* (Taf. VI. Fig. 126) in Gestalt von Wellholz, Quandelkohlen, Spänen, Tannenzapfen etc. aus und stürzt darauf eine 2 bis 3 Fuss hohe Erzschicht *b*. Dann wechseln noch einige Brennmaterialschichten *c* von 3—6 Zoll Stärke mit Eisensteinsschichten ab. Die oberen Erzschichten macht man stärker, als die unteren, weil die Hitze nach oben leicht Sinterungen hervorbringt, wenn dies nicht bei pyramidaler Form des Haufens durch Abkühlung von aussen verhindert wird.

Um ein leicht röstendes Erz in möglichst kurzer Zeit abzurösten, wählt man die länglich pyramidale Form und gibt dem Haufen 3—4 Fuss Höhe, 6—7 Fuss Breite und eine entsprechende Länge. Kegelförmige Haufen erhalten zweckmässig bei 15—20 Fuss Durchmesser 6—7 Fuss Höhe.

Bei groben Eisensteinen kann man der bessern Wärmeausnutzung wegen grössere Haufen machen, als bei kleineren Stücken, ohne eine Hemmung des Luftzuges fürchten zu müssen. Man nimmt die Höhe der Haufen nicht gern über 9 Fuss, weil mit der Höhe das Aufstürzen des Haufens schwieriger wird.

Zu starke Haufen sind unzweckmässig, weil die Hitze in der Mitte derselben leicht zu hoch wird und Sinterungen entstehen. Die gröbsten Erzstücke kommen nach unten, das Klein nach oben. Gibt man eine zu dichte Decke, so

man auf die aufgestam[illegible] des Brennmaterials bringt, längs deren S[illegible] dem Zweck der Röstung von diesem aus [illegible] Wellen legt, [illegible] die Erze, in um so grössern mehreren S[illegible] Cubikfuss, lassen sie sich verwenden: verschie[illegible] nicht grösser sein, als 30—40 Cubik-Fuden [illegible] röstet je nach der Grösse, der Beschaffen-60 [illegible] steine, der Witterung etc. 8—14 Tage, zu-[illegible] auch bei schwer röstenden oder unreinen Erzen [illegible] Wochen bis Monate.

Zu Königshütte am Harze werden z. B. kalkige Rotheisensteine in abgestumpften Pyramiden von 60 Fuss unterer Seitenlänge und 9 Fuss Höhe innerhalb 8—14 Tagen abgeröstet. Auf eine mit Frischschlackenklein geebnete Sohle stürzt man eine 6 Zoll starke Schicht Eisenstein, darüber eine gleich starke Schicht Quandelkohlen, dann abwechselnde Schichten von Eisenstein und Kohlen mit der Maassgabe, dass die Steinschichten nach oben hin bis zu [illegible] Zoll Stärke zu-, und die Kohlenschichten dagegen bis zu [illegible] Zoll Stärke abnehmen. Auf 1 Cubikfuss Quandelkohlen kommen an 3 Cubikfuss Eisensteine.

Zur Altenauer Hütte haben die Eisensteinshaufen gewöhnlich 30 Fuss Länge, 15 Fuss Breite und 8 Fuss Höhe und man lässt 1 Fuss starke Eisensteinsschichten mit 6 Zoll starken Quandelkohlenschichten abwechseln. Dann überdeckt man den Haufen mit einer 3 Zoll starken Quandelkohlenschicht, um die Abkühlung von aussen zu moderiren. Die kalkigen Rotheisensteine rösten auf diese Weise 8—10 Tage.

Die kalkigen Erze sintern weniger als die kieseligen, und es erfordern letztere beim Rösten besondere Vorsichtsmassregeln in der Zutheilung des Brennmaterials. So werden B. zur Altenauer Hütte die Spitzenberger Magneteisensteine, welche mit Quarz innig vermengt sind, auf die Weise geröstet, dass man 1 Fuss dicke Steinlagen aufträgt und dazwischen so dünne Schichten von Quandelkohlen bringt, dass man beim Ebnen der letzteren die unterliegende Steinschicht fühlt. Diese geringe Brennmaterialmenge wirkt zwar einer Sinterung der Erze entgegen, aber

Röstung ist auch unvollständig und muss zum zweiten wiederholt werden. Statt der Quandelkohlen wendet auch wohl Tannenzapfen an. Auf 1 Fuder Eisensteine zu rösten, verbraucht man $1\frac{1}{2}$ Mass à 10 Cubikfuss Quandelkohlen oder 2 Mass Tannenzapfen.

Kupfererzröstung.

Zu Atvidaberg[1]) in Schweden werden zinkblendehaltige Kupfererze in freien Haufen auf einem ebenen Platze von 28—30 Fuss Quadrat abgeröstet. Man belegt denselben 8—12 Zoll hoch mit Holz und stürzt auf letzteres das Erz mit Zwischenlagen von Kohlenlösche zu einer 10—12 Fuss hohen abgestumpften Pyramide auf. An die Seiten und auf die Oberfläche bringt man 3—6 Zoll stark kleinere Erzstückchen und wirft noch etwas Grubenklein darüber. Eine Röste fasst 600—900 Schiffspfund Erz. Auf 100 Ctnr. Erz gehen 13 Cubikfuss Holz und 8,1 hannov. Cubikfuss Lösche. Bei der zweiten Röstung verstärkt man Holz und Brennmateriallage. Die eingemengte Lösche soll das beim Rösten gebildete schwefelsaure Zinkoxyd zersetzen, welches sonst demnächst beim Rohschmelzen durch Reduction zu Schwefelzink zur Bildung der sogenannten Skumnasschlacken Veranlassung gibt.

Haufen ohne Brennmaterial. Kohleneisensteine.

c) Freie Haufen ohne Brennmaterial. Die Kohleneisensteine (Blackband) enthalten häufig in solcher Menge organische, brennbare Bestandtheile, dass sie in Haufen gebracht und angezündet, von selbst fortbrennen. Manche solcher Eisensteine bedürfen einer geringen Beimengung von Steinkohle. Ein Aussieben der feinen Erztheile beschleunigt den Röstprozess.

So werden z. B. zur Hasslinghäuser Hütte[2]) westphälische Kohleneisensteine mit 15—30% Kohlegehalt ohne alles Brennmaterial in 3 Fuss hohen Haufen von beliebiger Länge und Breite abgeröstet.

Zur Heinrichshütte[3]) erfolgt die Röstung in Haufen von 20—30 Fuss unterer Breite, 10—15 Fuss Höhe und

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 70.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 74.
3) Ibid. S. 219.

können bei unvollkommner Verbrennung des Brennmaterials reducirende Gase entstehen, welche dem Zweck der Röstung entgegentreten.

Je reiner und poröser die Erze, in um so grössern Stücken, bis zu 1/4 Cubikfuss, lassen sie sich verwenden; unreinere Erze dürfen nicht grösser sein, als 30—40 Cubikzoll. Ein Haufen röstet je nach der Grösse, der Beschaffenheit der Eisensteine, der Witterung etc. 8—14 Tage, zuweilen aber auch bei schwer röstenden oder unreinen Erzen mehrere Wochen bis Monate.

Zu Königshütte am Harze werden z. B. kalkige Rotheisensteine in abgestumpften Pyramiden von 60 Fuss unterer Seitenlänge und 9 Fuss Höhe innerhalb 8—14 Tagen abgeröstet. Auf eine mit Frischschlackenklein geebnete Sohle stürzt man eine 6 Zoll starke Schicht Eisenstein, darüber eine gleich starke Schicht Quandelkohlen, dann abwechselnde Schichten von Eisenstein und Kohlen mit der Modification, dass die Steinschichten nach oben hin bis zu 10 Zoll Stärke zu-, und die Kohlenschichten dagegen bis zu 3 Zoll Stärke abnehmen. Auf 1 Cubikfuss Quandelkohlen kommen an 3 Cubikfuss Eisensteine.

Zur Altenauer Hütte haben die Eisensteinshaufen gewöhnlich 30 Fuss Länge, 15 Fuss Breite und 8 Fuss Höhe und man lässt 1 Fuss starke Eisensteinsschichten mit 6 Zoll starken Quandelkohlenschichten abwechseln. Dann überdeckt man den Haufen mit einer 3 Zoll starken Quandelkohlenschicht, um die Abkühlung von aussen zu moderiren. Die kalkigen Rotheisensteine rösten auf diese Weise 8—10 Tage.

Die kalkigen Erze sintern weniger als die kieseligen, und es erfordern letztere beim Rösten besondere Vorsichtsmassregeln in der Zutheilung des Brennmaterials. So werden z. B. zur Altenauer Hütte die Spitzenberger Magneteisensteine, welche mit Quarz innig vermengt sind, auf die Weise geröstet, dass man 1 Fuss dicke Steinlagen aufträgt und dazwischen so dünne Schichten von Quandelkohlen bringt, dass man beim Ebnen der letzteren die unterliegende Steinschicht fühlt. Diese geringe Brennmaterialmenge wirkt zwar einer Sinterung der Erze entgegen, aber

die Röstung ist auch unvollständig und muss zum zweiten Male wiederholt werden. Statt der Quandelkohlen wendet man auch wohl Tannenzapfen an. Auf 1 Fuder Eisensteine zu rösten, verbraucht man 1½ Mass à 10 Cubikfuss Quandelkohlen oder 2 Mass Tannenzapfen.

Kupfererzröstung.

Zu Atvidaberg[1]) in Schweden werden zinkblendehaltige Kupfererze in freien Haufen auf einem ebenen Platze von 28—30 Fuss Quadrat abgeröstet. Man belegt denselben 8—12 Zoll hoch mit Holz und stürzt auf letzteres das Erz mit Zwischenlagen von Kohlenlösche zu einer 10—12 Fuss hohen abgestumpften Pyramide auf. An die Seiten und auf die Oberfläche bringt man 3—6 Zoll stark kleinere Erzstückchen und wirft noch etwas Grubenklein darüber. Eine Röste fasst 600—900 Schiffspfund Erz. Auf 100 Ctnr. Erz gehen 13 Cubikfuss Holz und 8,1 hannov. Cubikfuss Lösche. Bei der zweiten Röstung verstärkt man Holz und Brennmateriallage. Die eingemengte Lösche soll das beim Rösten gebildete schwefelsaure Zinkoxyd zersetzen, welches sonst demnächst beim Rohschmelzen durch Reduction zu Schwefelzink zur Bildung der sogenannten Skumnasschlacken Veranlassung gibt.

Haufen ohne Brennmaterial. Kohleneisensteine.

c) Freie Haufen ohne Brennmaterial. Die Kohleneisensteine (Blackband) enthalten häufig in solcher Menge organische, brennbare Bestandtheile, dass sie in Haufen gebracht und angezündet, von selbst fortbrennen. Manche solcher Eisensteine bedürfen einer geringen Beimengung von Steinkohle. Ein Aussieben der feinen Erztheile beschleunigt den Röstprozess.

So werden z. B. zur Hasslinghäuser Hütte[2]) westphälische Kohleneisensteine mit 15—30 % Kohlegehalt ohne alles Brennmaterial in 3 Fuss hohen Haufen von beliebiger Länge und Breite abgeröstet.

Zur Heinrichshütte[3]) erfolgt die Röstung in Haufen von 20—30 Fuss unterer Breite, 10—15 Fuss Höhe und

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 70.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 74.
3) Ibid. S. 219.

Zwischenlagen von Brennmaterial oder ob bei stark geneigter Sohle die Erhitzung des Haufens durch eine am tiefsten Puncte desselben befindliche Flammenfeuerung geschieht; — ferner ob die Stadel mit einer Condensationsvorrichtung für verflüchtigte Substanzen (Schwefel, arsenige Säure, Quecksilber etc.) versehen ist oder nicht.

Stadeln mit und ohne Condensationsvorrichtungen.

Während in Stadeln mit horizontaler Sohle meist nur Scheitholz einen guten Effect gibt, so lässt sich in solchen mit ansteigender Sohle und Flammenfeuerung (WELLNER'sche Röststadeln auf den Freiberger Hütten) minderes Brennmaterial verwenden. Indessen gibt letztere Methode hinsichtlich der Gleichmässigkeit der Röstung nicht immer erwünschte Resultate, wie Versuche mit Kupfer- und Bleierzen auf den Unterharzer Hütten ergeben haben.

Die Qualität des Erzes muss entscheiden, ob die Stadel zweckmässig mit einer Condensationsvorrichtung versehen wird.

Zurichtung der Stadeln.

Das Verfahren bei der Zurichtung einer Röststadel mit horizontaler Sohle besteht im Allgemeinen darin, dass man die Sohle mit Scheitholz in solcher Weise belegt, dass mehrere Canäle oder wenigstens in der Mitte ein Canal zum Anzünden offen bleibt, welcher mit quer übergelegtem Holz bedeckt wird. Darauf stürzt man das Haufwerk in's Feld und vermauert die vordere Seite der Stadel lose mit Barnsteinen, Schlackensteinen, Eisensauen, groben Erz- oder Kalksteinstücken etc. in der Weise, dass zur Holzunterlage hinreichend Luft zutreten kann. Zuweilen bringt man ins Haufwerk, wenn dasselbe schwer röstet, oder gebildete Salze zersetzt werden sollen, oder wenn das Röstgut in Schliegform vorhanden ist, eine Lage Brennmaterialklein. Schliege bindet man am besten in Kalkmilch ein und verwendet sie in Ziegelform. Die Oberfläche des Haufens bedeckt man wohl mit Erzklein oder Kohlenlösche. Das Anfeuern erfolgt am Boden in der Mitte der Vorderseite.

Bei Stadeln mit Flammenfeuerung bildet man aus groben Erzstücken auf der ansteigenden Sohle mit den Schüröffnungen communicirende Canäle, welche die Flamme durchstreicht, und überstürzt dieselben mit Erz etc.

Stadeln ohne Condensatoren.

a) Stadeln ohne Condensationsvorrichtungen. Als Beispiele hierfür mögen folgende Einrichtungen dienen:

Beispiele.

Stadel mit mehreren Feldern an einer Hinterwand (Taf. VI. Fig. 127). *a* Umfassungsmauern. *b* Scheidewände. *c* horizontale Züge an der Hinterwand. *d* Essen. *e* Sohle aus Thonschiefermehl aufgestampft und 6—8 Zoll nach hinten ansteigend. Auf den Oberharzer Hütten[1]) werden in solchen Stadeln Kupferkiesschliege, mit 3—5% Kalk eingebunden und zu Batzen geformt, geröstet. Man stürzt auf eine Holzunterlage die Batzen 2 Fuss hoch auf, bringt darauf eine Lage Quandelkohlen und darüber noch uneingebundenen Kiesschlieg. Die Vorderseite der Stadel wird vor dem Holze bis da, wo die Batzen anfangen, mit Schlackensteinen lose zugemauert, so dass die Züge unter dem Holze frei bleiben. Man bringt in jedes Feld 80 Ctnr. Schlieg, welche in 8—10 Tagen abgeröstet werden.

Stadel mit gegenüber liegenden Feldern (Taf. VI. Fig. 128). *a* Hauptmauern. *b* Stadelwände. *c* Züge. *d* Arbeitsthür.

Eisensteinsröststadeln.

Hierher gehören auch die Stadeln zum Rösten der Eisensteine, welche oft eine Länge und Höhe von 20 und mehr Fuss haben und je nach ihrer Grösse und der Beschaffenheit der Erze mit Zugessen im Innern und mehr oder weniger Zugcanälen in den Seitenmauern versehen sind.

Das Erz wird entweder mit Brennmaterial geschichtet und letzteres, wie bei Haufen angezündet, oder es bedarf bei bitumenreichen Erzen (Kohleneisensteinen) gar keines Brennmaterials.

So röstet man z. B. auf der Heinrichshütte in Westphalen Kohleneisensteine ohne alles Brennmaterial oder bei geringer Beimengung von Steinkohle in Stadeln von 12 bis 15 Fuss lichter Weite und Höhe und 20 Fuss Länge, bei denen im Mauerwerk, an den Seiten und im Boden, Zugcanäle ausgespart sind.

Bei der Schichtung von Erz und Brennmaterial wird entweder die ganze Stadel auf einmal damit angefüllt, oder man trägt bei hohen Röststadeln, wenn die untern Brenn-

1) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 287, 487.

materialschichten abgebrannt und die Erzschichten etwas niedergesunken sind, eine neue Lage Brennmaterial und Erz in die Stadel, ehe das Feuer die oberste Schicht erreicht hat (Doppeln). Auf dieselbe Weise bringt man wohl noch eine dritte Lage ein, wenn die zweite niedergegangen ist (Dritteln).

Man erreicht bei diesem Verfahren (das Doppeln und Dritteln) eine Brennmaterialersparung und führt dasselbe z. B in Vordernberg in 18—22 Fuss langen, 12—15 Fuss breiten und 18—20 Fuss hohen Stadeln, welche 4—5000 Ctnr. fassen, bei einem Aufwand von 0,6 Cubikfuss Holz und 0,4 Cubikfuss Kohlen pr. Ctnr. Erz aus. Das Doppeln wird etwa am 14ten, das Dritteln am 18ten Tage vorgenommen und die ganze Röstung dauert an 3 Wochen.

Zu Ilsenburg am Harze röstet man Eisensteine in abwechselnden Lagen mit Brennmaterial (Fichtenreisig, Fichtenzapfen) in Stadeln von 19 Fuss Länge, 12 Fuss Breite und 7 Fuss Höhe. Im Innern derselben befindet sich eine Esse und es lässt sich durch entsprechendes Oeffnen und Schliessen der Züge in den Umfassungsmauern das Feuer von oben nach unten leiten.

WELLNER'sche Röststadel.

WELLNER'sche Röststadel[1]) mit Flammenfeuerung (Taf. VI. Fig. 129, 130). Auf einer Schlackenlage *d* befinden sich die beiden aus Schlackenziegeln hergestellten Sohlen *f*, durch die horizontale Fläche *g* verbunden. Die Umfassungsmauern *a* bestehen aus Schlackenziegeln und an jeder schmalen Seite *b* befinden sich 4 Schüröffnungen *c* zu einer Feuerung mit rohem Brennmaterial. Die Sohle hat 3 Fuss Ansteigen. Beim Besetzen der Stadel bildet man zunächst, indem man auf einer äussern Treppe durch die Oeffnung *h* auf die Stadel gelangt, aus groben Bruchstücken des Röstgutes von den Schüröffnungen aus bis auf die halbe Länge der einen Stadelsohle Canäle, füllt letztere mit leicht entzündlichem Brennmaterial, bedeckt die ganze Stadel mit einer dünnen Lage von Zimmerspänen, stürzt darauf das Röstgut in Stücken bis zu 10 Cubikzoll Grösse und überdeckt dasselbe, wenn der Stadelraum voll ist, noch mit so

1) PLATTNER's Röstprozesse. 1856. S. 52, 336.

viel Röstgut, dass über die Seitenmauern eine flache abgestumpfte Pyramide hervorragt. Die Seiten derselben werden mit Röstkläre bestürzt, die obere Fläche bleibt zur Entlassung der flüchtigen Röstproducte frei. Sodann wird die Feuerung mit Steinkohlen, Holz etc. so lange fortgesetzt, bis der Haufen die zur Fortröstung erforderliche Hitze erhalten hat.

Man röstet auf diese Weise in Freiberg Leche ab, und besetzt die Stadel z. B. mit 900—1200 Ctnr. Rohstein, der nach 15—16stündigem Feuern in die erforderliche Gluth gekommen ist und 8—12 Wochen bei einem Aufwand von $5^1/_2$—6 Ctnr. Steinkohlen röstet. Dann wird die Röste in der Weise gewandt, dass man das Gutgeröstete aushält, die noch rohen Stücke zerschlägt und in ähnlicher Weise, wie vorhin, auf der andern geneigten Fläche aufhäuft.

Wegen des schwefelärmeren Röstgutes streut man jetzt schichtenweise Cokesklüre oder Cynder in dasselbe ein und bedeckt den Haufen auch dicker und dichter mit Röstklüre, um die Wärme zusammenzuhalten.

Der Rost brennt 4—6 Wochen bei demselben Steinkohlenverbrauche, wie bei der ersten Röstung.

Unterharzer Versuche.

Beim Rösten der an Schwefelkies reichen Rammelsberger Erze[1]) auf den Unterharzer Hütten haben diese Freiberger Stadeln kein Glück gemacht. Sparte man gleich an gutem Brennmaterial (Scheitholz), so ging doch das Schwefelausbringen sehr zurück und die Röstung fiel ungleichmässiger, als in freien Haufen aus. Bessere Resultate erhielt man, wenn 3 Seitenmauern ganz wegblieben und eine Seitenmauer Schürlöcher erhielt, während gleichzeitig ein Kranz von Rösteholz am Rande des Haufens herumgelegt wurde, wobei die Röstung am Rande vollständiger ausfiel. Man brauchte dabei 6—7 Malter Holz pro Röste weniger.

Röststadeln für Puddelschlacken.

Auf der Hütte zu Tudhoe[2]) in der Grafschaft Durham werden Puddelschlacken mit 50% Eisen in Stadeln geröstet und gesaigert. Die Stadeln sind 11 M. lang, 3 M. breit und 2,8 M. hoch und aus 1 M. starken Ziegelmauern

1) Kerl, Rammelsberger Hüttenpr. 2. Ausg. 1861. S. 9 (Nachtrag).
2) Revue universelle. 1860. 4 année. 4 livr. p. 57.

hergestellt, welche letzteren äusserlich durch Rippen verstärkt sind. Die eine schmale Seite bleibt offen. In der einen langen Seite befinden sich 10 Schüröffnungen, nach der hintern Seite ansteigend und sich verengend. Den Schürräumen gegenüber liegen in der andern langen Mauer Zuglöcher. Die durch Einleiten der flüssigen Schlacken in kleine Wagen erhaltenen Schlackensteine von 0,7 M. Länge, 0,3 M. Breite und 0,2 M. Höhe werden in der Stadel so vertheilt, dass von den Schür- nach den Zugöffnungen hin Canäle entstehen. Dann wird die vierte Seite durch trockne Mauerung geschlossen und 3 Wochen mit Steinkohlen gefeuert, wobei eine kieselerdereiche Schlacke abfliesst, während eine 70% Eisen enthaltende, sehr poröse Masse zurückbleibt. Diese Masse dient nach dem Zerkleinern zur Bildung des Herdes und zur Ausbesserung der Wände des Puddelofens. Auch verschmilzt man, wie in Westphalen, die gerösteten und gesaigerten Schlacken auf Roheisen. Man verbraucht bei dem Röstsaigern das halbe Gewicht der in Arbeit genommenen Schlacken an Steinkohlen.

Stadeln mit Condensatoren.

b) Stadeln mit Condensationsvorrichtungen. Letztere dienen entweder dazu, für die Umgebung schädliche flüchtige Substanzen (schweflige Säure, schwefelsaure Dämpfe) durch Condensation unschädlich zu machen, oder nutzbare Stoffe, welche sich verflüchtigen würden, zum Theil wieder aufzufangen (Schwefel, Quecksilber etc.).

Beispiele. Abführung schädlicher Gase.

Zu ersterem Zwecke sind in Freiberg[1]) Versuche angestellt, die beim Rösten von Lechen in der WELLNER'schen Röststadel (S. 384) gebildete schweflige Säure durch eine durchbrochene Esse in der Mitte derselben in einen unterirdischen Canal abziehen zu lassen und entweder durch Contactwirkung in Schwefelsäure überzuführen oder durch Schwefelbaryumlösung absorbiren zu lassen. Die Versuche haben nicht die gehofften Resultate ergeben.

Vollständiger wird der Zweck erreicht, wenn man die Stadeln überwölbt und die Röstgase aus dem oberen Theil der Stadel in eine Esse abführt. Eine Stadel von solcher

1) PLATTNER, Röstproz. S. 336. — REICH in der B. u. h. Ztg. 1858. S. 173.

Einrichtung findet sich z. B. auf der Hütte zu Boston[1]) beim Rösten von Kupfersteinen in Anwendung (Taf. VI. Fig. 131, 132). Die Stadel *a* ist mit einem Roste *b* versehen und an der Vorderseite offen. Auf den Rost bringt man eine Schicht zerkleintes Holz, etwa $^1/_2$ Cubikmeter, stürzt darauf gröbere Steinstücke, dann folgen kleinere und zu oberst Klein und Staub. Nachdem der vordere Theil der Stadel bis zum Rost mit einer losen Ziegelsteinmauer geschlossen, wird das Holz angezündet und nach 3 Tagen ist die Röstung vollendet, worauf eine zweite Stadelröstung mit dem noch nicht gehörig gerösteten Stein folgt. Bei letzterer braucht man etwas mehr Holz und vermengt auch etwas davon mit den grössten Steinstücken. Die zweite Röstung dauert nur 2 Tage. Die Gase entweichen durch einen 0,22 Meter im Quadrat weiten Canal *c*, welcher in einen horizontalen Canal *d* von 0,45 M. Weite führt. Letzterer steht mit einer Esse von 0,55 M. Weite in der Mitte des Gebäudes in Communication. Ein horizontaler Canal dient jedesmal für 4 Stadeln, und zwei 10 M. hohe Essen genügen eine jede für 8 Stadeln. Unter jedem Schuppen befinden sich 16 Stadeln in zwei parallelen Reihen.

Die Charge einer Stadel beim ersten Feuer beträgt 6 Tonnen, beim zweiten etwas weniger. Zum Rösten eines Steinquantums von 10,400 Tonnen pro Jahr genügen 32 Stadeln.

Condensat von Dämp

Weit häufiger als zur Abführung der Röstgase sind an Stadeln Vorrichtungen zur Condensation dampfförmiger nutzbarer Substanzen vorhanden.

Quecksilbercondensat

Ein sehr einfaches Verfahren zur Auffangung von Quecksilber beim Rösten quecksilberhaltiger Fahlerze in Stadeln zu Altwasser und Inglo in Ungarn[2]) besteht darin, dass man auf die Sohle der 42 F. langen, 20 F. breiten und $4^1/_2$ F. hohen Stadeln Erzklein bis zum Niveau von 6 Z. hohen und 14 Z. langen Zügen aufträgt, welche sich in 6—8 Z. Höhe über der Sohle befinden. Auf das Erz-

1) Rivot, Handb. der theoret. pract. Hüttenkunde. 1. Thl, deutsch von Hartmann, 1860. S. 214.

2) Oester. Zeitschr. 1863. No. 4 u. 5. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 708. Muspratt-Stohmann's techn. Ch. III, 577.

klein kommen schon einmal gebrannte, noch quecksilberl
Abfälle, darüber eine 2 Fuss hohe Lage dreischuhiges S
holz so gelagert, dass die rechtwinklig gegen die l
Stadelmauern liegenden Scheite Züge bilden. Durc
Mitte der Stadel hindurch stellt man in Entfernun
etwa 12 Fuss zur Bildung von Zugschächten jedesm
gegen einander gerichtete Holzklüfte auf und überdeck
das Holz mit so [illegible]ı, dass auf 1 Klafter dav
Mass Kohlen à 10 [illegible]ss. gehen. Dann folgt eine
Z. hohe Schicht un[illegible] gerösteter Stufen und auf
breitet man in [illegible] 2 Fuss breiten und 6 Z.
Streifens an de[illegible]erum bei der früheren R
erhaltene Schl[illegible] den Zug zu vermindern.
dem der inne[illegible]hen den Streifen 6 Z. ho
ärmeren Erzen a[illegible] wird die ganze Stadel bis
über den Rand [illegible]en so gefüllt, dass nach de
zu eine Mulde von 4 Z. Tiefe entsteht. Die reichen
kommen mehr nach der Mitte, die ärmeren mehr nac
Zügen zu, um den Quecksilberverlust möglichst zu
mindern. Mittelst glühender Kohlen wird die Röste i
Zugschächten angezündet und nach 3 Wochen ist d
stung beendigt. Die neben schwefliger Säure, Sc
säure etc. entwickelten Quecksilberdämpfe (S. 24) c
siren sich in den höheren kälteren Erzschichten,
man nach beendigter Röstung mit eisernen Schaufel
hutsam abhebt, auf einen kupfernen Rätter wirft u
diesem in einer mit Wasser gefüllten Bütte auswäscht
Quecksilber gelangt mit Erzschlieg durch den Rätter.
weiteres Waschen werden dann Schlieg und Queck
getrennt.

Schwefel-condensation.

Zur Gewinnung von Schwefel (S. 74) versiel
entweder die Umfassungsmauern der Stadeln mit A
canälen und Condensationsräumen (Steyersche Rö
del), oder die Abzugscanäle münden in isolirt stehend
densatoren, welche mit einer kleinen Esse versehe
(Böhmische Röststadel). Bei überwölbten Stadel
man wohl die Dämpfe durch einen Canal unter de
wölbe ab (Dillenburg). Derartige Stadeln gehen so
Röstöfen über. Je nach der Temperatur in den C

sationsräumen verdichten sich die Schwefeldämpfe zu flüssigem oder pulverförmigem Schwefel.

Böhmische Röststadeln.

Die **Böhmischen Röststadeln** (Taf. VI. Fig. 133, 134) sind an allen 4 Seiten mit Mauern *a* umschlossen und haben eine ansteigende Sohle *c*, welche, mit Brennmaterial überstürzt, das mit einer Decke von Röstkläre versehene Röstgut aufnimmt. Dasselbe wird durch eine Oeffnung in einer der schmalen Seitenwände eingetragen und diese während der Röstung mit einer verlornen Mauer verschlossen. Durch mehrere Canäle *b* gelangt Luft in die Stadel.

Die beim Rösten gebildeten Schwefeldämpfe treten durch 3 über einander liegende Reihen von Zügen *e* in die aus mehreren Abtheilungen bestehende Schwefelkammer *d*, welche mit einer niedrigen Esse versehen ist.

Sächsische Röststadeln.

Bei der **Sächsischen Röststadel** (Taf. VI. Fig. 135) treten die Schwefeldämpfe an der Hinterwand *a* durch eine Menge kleiner Oeffnungen in Condensationskammern.

Steyersche Röststadeln.

Die **Steyerschen Röststadeln** (Taf. VI. Fig. 136, 137), welche z. B. zu **Mühlbach** im Salzburg'schen, zu **Oeblarn**[1]) in Steyermark und zu **Agordo**[2]) in den Venetianischen Alpen in Anwendung sind, bestehen aus 4 Seitenwänden *a*, von denen die eine schmale Seitenwand beim Chargiren abgebrochen wird. Diese Wände, sowohl die langen, als die schmalen, haben an der, aus einer Reihe von geneigten Ebenen bestehenden Sohle *b* zwei Reihen von 0,22 M. langen und 0,11 M. weiten Oeffnungen, von denen die oberen *c* zur Luftzuführung, die unteren, mit den Rinnen des Bodens communicirenden *d* zum Abfluss des condensirten Schwefels in halbkugelförmige Sümpfe *e* dienen. In der Dicke der Mauern und in der Mitte ihrer Höhe befinden sich 20 Schwefelkammern *f* von 0,8 M. Tiefe. Aeusserlich 0,8 M. im Quadrat weit, erweitern sie sich im Innern bis auf 1 M. im Quadrat. Jede Kammer ist mit dem Innern

---

1) Tunner's Jahrb. 1853. S. 347. Wehrle, Hüttenkde. I, 226, 346; II, 193, 307. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1850. S. 343.
2) Rivot, theoret. pract. Hüttenkunde, deutsch v. Hartmann. Bd. I. S. 237.

der Stadeln durch 9 Canäle *g* von 0,02 M. Weite verbunden, von denen die unterste Reihe fast horizontal, die oberen geneigt liegen. Beim Chargiren bringt man auf die aus Schiefer hergestellte Sohle ein oder zwei Reihen Holzscheite, darüber abwechselnde Schichten von schwefelkiesreichem Kupferkies in groben und kleinen Stücken, indem man der Länge nach fünf senkrechte Essen aus Steinen herstellt, welche aus Erzklein und Thon gepresst sind.

Nachdem die vierte Seite eingemauert, gibt man dem Röstgut eine 0,4 M. starke Decke von ausgelaugtem Erzschlamm und zündet die Röste durch die 5 Essen an. Sobald das Holz in Brand gekommen, verschliesst man die Essen mit Erzstücken. Der verflüchtigte und condensirte Schwefel fliesst zu Anfang auf der Sohle der Stadel in die Sümpfe *e* ab; später sammelt er sich in den 20 Schwefelkammern *f* und während der letzten Monate in halbkugelförmigen Vertiefungen, welche in der Erzdecke, wie beim Haufenrösten (pag. 375) hergestellt sind. Eine Stadel enthält 288 Tonnen, welche 5—6 Monate lang rösten. Man erhält bei der Stadelröstung mehr, aber unreineren Schwefel, als bei der Haufenröstung.

Dillenburger Stadeln.

Ueberwölbte Röststadeln dienen zu Dillenburg[1]) zum Rösten nickelhaltiger Schwefelkiese. Dieselben sind 1 M. breit, 3,4 M. lang und 2 M. hoch, bei 3—4° ansteigender Sohle, welche aus einem Gemenge von Lehm und feuerfestem gepochten Sandstein aufgestampft wird. Man schliesst zunächst die vorn offene Stadel etwa 1 Fuss hoch mit Sandsteinen in der Weise, dass in der Mitte eine etwa 6 Zoll weite und eben so hohe Zündöffnung bleibt. Sodann bedeckt man die Sohle mit 2 Karren Krätz vom Steinverblasen oder mit Braunkohlenklein, steckt darauf $^5/_4$ Zain grobe Braunkohlen dicht neben einander und überstürzt diese mit 40 Ctnr. Erz in faustgrossen Stücken.

Dann folgen nach einander Schichten von $1^1/_8$ Zain Braunkohlen, 40 Ctnr. Erz, $^3/_4$ Zain Braunkohlen und zu oberst 20 Ctnr. Erz. Gleichzeitig mit dem Zunehmen der

1) Mittheilungen f. d. Gewerbe-Verein d. Herzogth. Nassau. 1859. No. 14. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 277.

Stadelfüllung rückt man auch mit der Verschliessung der Vorderseite durch Sandsteine nach oben bis zum Anfang der Wölbung, wo das Erz auch aufhört. Unter dem Gewölbe wird die Vorderwand mit Strohlehmplatten geschlossen, die Fugen dazwischen mit einem Mörtel aus Lehm und gepochtem Sandstein verstrichen und dann unten an der Vorderwand zur Anzündung geschritten. Letztere wird dadurch befördert, dass hinter die Vorderwand Kohlen gestürzt sind, welche auch die Berührung und dadurch das Zusammensintern des Erzes mit den Sandsteinen verhindern.

Die entstehenden Gase und Dämpfe treten an der Hinterwand durch einen schrägen Canal in eine Schwefelkammer. Aus dieser geht ein unterirdischer Zug in die 65 Fuss hohe, gleichzeitig für die Dampfkesselfeuerung dienende Esse. Die Röstung ist nach 4—5 Tagen vollendet.

Röstgrub

3) Röstgruben. Man versteht hierunter auf trocknen, lockeren Stellen, gewöhnlich an Abhängen von Hügeln in die Erde eingesenkte Gruben mit oder ohne Seitenmauern und von der Gestalt der Röststadeln. Die vordere Seite derselben bleibt offen. Das Besetzen der Grube geschieht ebenso, wie das der Stadeln.

Dieses Röstverfahren steht den übrigen Methoden hinsichtlich seiner Zweckmässigkeit nach und ist deshalb nur noch wenig in Anwendung, weil das Erz wegen schwieriger Herstellung des nöthigen Luftzuges ungleichmässig röstet und die Stadel nach jeder Röstung abkühlen muss, in Folge dessen ein grösserer Wärmeverlust stattfindet.

Man wendet Gruben an geeigneten Localitäten wohl noch zuweilen zum Rösten der Eisensteine an, seltener für Schwefelungen, wie früher in Norwegen [1]) und Schweden. Man bediente sich daselbst Gruben von 16 Fuss Länge, 4 Fuss Breite und 8 Fuss Tiefe mit einer nur auf 5 Fuss Länge horizontalen Sohle. Von da stieg die Sohle nach hinten an und zog sich gleichzeitig zu einem Canal zusammen, welcher die unter der Erzkleindecke des Haufens entweichenden Dämpfe in eine Kammer führte, in welcher sich

1) Hausmann, scandin. Reise V, 129, 174. — Karsten, System der Metallurgie III, 452.

flüssiger Schwefel absetzte. Aus dieser Kammer traten die Dämpfe durch einen langen hölzernen Canal in kleine hölzerne Condensationskammern mit Scheidewänden zur Auffangung von pulverförmigem Schwefel.

[Saigervorrichtungen.] B. Saigervorrichtungen. Dieselben dienen zum Ausschmelzen eines leichtflüssigen Metalls aus einer Legirung etc. bei einer so niedrigen Temperatur, dass der strengflüssigere Bestandtheil nicht zum Fluss kommt.

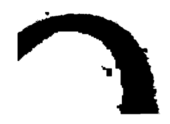
Es gehören z. B. hierher:

[Saigerherd.] 1) der Saigerherd (Taf. VI, Fig. 138). *a* gemauerte Saigerbänke. *b* gusseiserne Saigerscharten, auf welchen die zu erhitzende Legirung in Form von Scheiben aufgestellt und mit den Saigerblechen *f* umgeben ist. Zwischen den Scheiben befinden sich Kohlen, welche durch eine Holzfeuerung in der Saigergasse *d* in Gluth versetzt werden, wobei der leichtflüssigere Bestandtheil (z. B. silberhaltiges Blei aus Kupfer) ausschmilzt, durch die Saigerritze *c* auf die nach vorn geneigte Sohle der Saigergasse tröpfelt und in den Sumpf *e* fliesst. Der Zug *g* communicirt mit der Saigergasse *d*. Man legt gewöhnlich zwei oder vier Saigerherde neben einander. Es gibt auch überwölbte Saigerherde (Wismuthsaigerherd).

[Zinnpauschherd.] 2) Der Zinnpauschherd (Taf. VI. Fig. 139, 140). *a* Seitenmauern. *b* Rückwand. *c* geneigte Gestübbesohle. *d* Spur. *e* Sumpf.

Auf die Sohle *c* bringt man eine 6—8 Z. hohe Lage von glühenden Kohlen und giesst eisenhaltiges Zinn oben hinein oder schmilzt dasselbe auf den Kohlen ein. Das reine Zinn fliesst in den Sumpf und eisenreiches Zinn (Härtlinge) bleibt auf dem Herde zurück.

[Anwendung der Gebläseherde.] §. 65. Herde mit Gebläse. Dieselben kommen in Anwendung, wenn entweder nur eine gewisse höhere Gluthtemperatur (Schweissfeuer) oder Schmelztemperatur erzeugt (schottischer und amerikanischer Bleiherd) oder gleichzeitig eine oxydirende Wirkung ausgeübt werden soll (Frischfeuer, Feineisenfeuer, Eisenbratherd, Kupfergaarherd, Freiberger Silberfeinbrennherd). Seltener wird in Herden eine Reduction beabsichtigt (Herd zum Hammergaarmachen des Kupfers). Je nach



Stadelfüllung rückt man auch mit der Verschliessung der Vorderseite durch Sandsteine nach oben bis zum Anfang der Wölbung, wo das Erz auch aufhört. Unter dem Gewölbe wird die Vorderwand mit Strohlehmplatten geschlossen, die Fugen dazwischen mit einem Mörtel aus Lehm und gepochtem Sandstein verstrichen und dann unten an der Vorderwand zur Anzündung geschritten. Letztere wird dadurch befördert, dass hinter die Vorderwand Kohlen gestürzt sind, welche auch die Berührung und dadurch das Zusammensintern des Erzes mit den Sandsteinen verhindern.

Die entstehenden Gase und Dämpfe treten an der Hinterwand durch einen schrägen Canal in eine Schwefelkammer. Aus dieser geht ein unterirdischer Zug in die 65 Fuss hohe, gleichzeitig für die Dampfkesselfeuerung dienende Esse. Die Röstung ist nach 4—5 Tagen vollendet.

Röstgruben

3) **Röstgruben.** Man versteht hierunter auf trocknen, lockeren Stellen, gewöhnlich an Abhängen von Hügeln in die Erde eingesenkte Gruben mit oder ohne Seitenmauern und von der Gestalt der Röststadeln. Die vordere Seite derselben bleibt offen. Das Besetzen der Grube geschieht ebenso, wie das der Stadeln.

Dieses Röstverfahren steht den übrigen Methoden hinsichtlich seiner Zweckmässigkeit nach und ist deshalb nur noch wenig in Anwendung, weil das Erz wegen schwieriger Herstellung des nöthigen Luftzuges ungleichmässig röstet und die Stadel nach jeder Röstung abkühlen muss, in Folge dessen ein grösserer Wärmeverlust stattfindet.

Man wendet Gruben an geeigneten Localitäten wohl noch zuweilen zum Rösten der Eisensteine an, seltener für Schwefelungen, wie früher in Norwegen[1]) und Schweden. Man bediente sich daselbst Gruben von 16 Fuss Länge, 4 Fuss Breite und 8 Fuss Tiefe mit einer nur auf 5 Fuss Länge horizontalen Sohle. Von da stieg die Sohle nach hinten an und zog sich gleichzeitig zu einem Canal zusammen, welcher die unter der Erzkleindecke des Haufens entweichenden Dämpfe in eine Kammer führte, in welcher sich

1) Hausmann, scandin. Reise V, 129, 174. — Karsten, System der Metallurgie III, 452.

Eisenfrischherd.

1) der Eisenfrischherd (Frischfeuer) (Taf. VI. Fig. 141 und 142) und das Rohstahlfeuer, ein aus eisernen Platten (Frischzacken) zusammengesetzter Kasten, in welchem Roheisen mit Brennmaterial vor einem Windstrome niedergeschmolzen und dadurch entweder theilweise oder ganz entkohlt wird. *a* Formzacken, auf welchem die Form *b* mit einiger Neigung (Stechen) ruht, *c* Gichtzacken, dem Formzacken gegenüber, *d* Hinter- oder Aschenzacken. Die Vorderseite des Herdes wird gewöhnlich mit Gestübbe verschlossen bis auf eine über dem Frischboden *e* mündende Oeffnung (Schlackenloch, Lachtloch) zum Ablassen der Schlacke. Schliesst man auch den Herd an der Vorderseite mit einer eisernen Platte, so nennt man diese Schlackenzacken. Die Oeffnung *f* (Tümpelloch) unter dem Frischboden dient zur Abkühlung desselben durch kalte Luft oder Wasser. Die Esse *g* ruht auf Pfeilern *h*. Die Brandmauer *i* enthält das Formgewölbe *k*. In der Form *l* liegt die Düse. (Das Nähere über Form und Düse später).

Feineisenfeuer.

2) Das Feineisenfeuer (Taf. VI. Fig. 143 u. 144), in welchem das Roheisen durch Umschmelzen bei viel Wind von fremdartigen Bestandtheilen gereinigt und dann weissgemacht werden soll, besteht aus einem rechteckigen Herd, dessen Sohle *s* von Sand oder Schlacken hergestellt ist, welche auf feuerfesten Ziegelsteinen *S* ruhen. Der Herd ist aus Eisenplatten zusammengesetzt, welche an 3 Seiten zur Abkühlung Wassertröge *E* enthalten. Die vordere Platte *F* enthält die Abstichöffnung *o*, durch welche die Producte in den Einguss *x y* fliessen. *f* Arbeitsplatte. *g* Seitenplatte, deren Einschnitte die Stange *h h'* tragen, auf welche der Arbeiter die Brechstange zum Aufstossen der Abstichöffnung legt. *H* Platten mit den Oeffnungen für die Formen. *L* Platten, welche den Herd umschliessen und an den Säulen *M*, welche die Esse tragen, angebracht sind. *P* gusseiserne Träger, welche auf den Säulen *M* ruhen und die Esse tragen. *E'* gusseiserne, mit Wasser gefüllte Tröge zur Abkühlung des Gezähes. *T* Wasserformen, welche aus den Trögen *N* gespeist werden. *Q* Vertheilung des Windes in die Formen.

3) Schweissfeuer zu Königshütte am Harze (Taf. VI. Fig. 145 u. 146). *A* Schweissfeuer. *B* Vorwärmkammer. *C* Winderhitzungsraum. *a* Haubenstücke aus Eisdorfer Sand. *b* Almeröder feuerfeste Steine. *d* Gusseisen.

Schweissfeuer.

4) Der Eisenbratherd (Taf. VI. Fig. 147), ein gemauerter Kasten, in welchem durch eine offene Seite *a* Roheisenplatten *b* aufgestellt und mit Kohlen *c* umgeben werden. Durch ein schwaches Gebläse wird Luft durch *d* zugeleitet, in Folge dessen die Kohlen ins Glühen gerathen und ein Theil der Unreinigkeiten im Roheisen oxydirt wird.

Eisenbratherd.

5) Der kleine Kupfergaarherd (Taf. VI. Fig. 148 und 149). *a* ein durch die Seitenmauern *b* gebildeter Kasten, mit Gestübbe ausgeschlagen, in welchem der Schmelzherd *c* ausgeschnitten ist. *d* Züge zur Ableitung der Feuchtigkeit. *e* Eisenplatte. *f* Brandmauer. *g* Formgewölbe. *h* Form. In einiger Entfernung über dem Herde *c* befindet sich eine Esse. Zuweilen haben die Gaarherde, wie im Mansfeld'schen, auf Altenauer Hütte etc. Flugstaubkammern.

Kleiner Gaarherd.

Bei dem Herde zum Hammergaarmachen des Rosettenkupfers liegt die Form höher und hat weniger Stechen.

6) Der Freiberger Silberfeinbrennherd ist ähnlich eingerichtet, wie der kleine Gaarherd, nur behandelt man das zu reinigende Blicksilber nicht direct durch ein oxydirendes Schmelzen in dem concaven Herde (Testgrube), sondern setzt zuvor in denselben eine mit Aescher oder Mergel in Form eines Kugelabschnittes ausgeschlagene eiserne Schale (Test) ein, auf welcher alsdann der Schmelzprozess bei Holzfeuerung vor sich geht.

Freiberger Silberfeinbrennherd.

7) Der schottische Bleisaigerherd (Taf. VI. Fig. 150 u. 151), ein aus gusseisernen Balken *a* zusammengesetzter und mit Mauerwerk *b* umgebener Herd, dessen vordere Seite über der eisernen Sohlplatte *c* mit einem, aus einem Gemenge von Bleiglanz und Knochenmehl hergestellten Damme *d* theilweise geschlossen ist. Wird nun vor der Form *e* gerösteter Bleiglanz bei Cokes- oder Torffeuerung erhitzt, so saigert Blei aus, welches, nachdem sich der Herd damit angefüllt hat, durch die Rinne *f* in den von unten geheizten eisernen Kessel *g* fliesst.

Schottischer Bleiherd.

Amerikan. Bleiherd.

8) Der amerikanishe Bleiherd (Taf. VI. Fig. 152 und 153) ist dem vorigen ähnlich, nur geschieht die Feuerung bei Anwendung von heisser Luft mit Holz und der Bleiglanz wird ungeröstet verarbeitet. *a* Gusseiserner Herd, 24″ im □ messend und 12″ tief, dessen Boden und Seitenwände 2″ dick sind. *b* mit einer Rinne versehener Vorherd von 22″ Länge und 32″ Breite, über welchen das im Herde *a* sich ansammelnde Blei beim Vollwerden desselben in das Reservoir *c* fliesst. *d* gusseiserner Windkasten, in welchen der Wind durch die Röhre *e* ein- und durch die Röhre *f* austritt. Der Wind wird alsdann durch eine krumme Röhre und durch eine bei *g* in den Kasten eingegossene Form 2 Zoll über dem Herde dem Feuer zugeführt. In dem Kasten *d* wird der Wind durch die aus dem Herde *a* aufsteigende Flamme erhitzt. Dies ist die einfachste Form des Herdes. In Kärnten und Przibram hat derselbe einige Abänderungen erhalten.

B. Schachtöfen.

Begriff von Schachtöfen.

§. 66. **Eintheilung.** Die Schachtöfen bestehen aus einem gemauerten, mehr hohen als weiten Raume (Schacht) von der verschiedensten Gestalt (cylindrisch, konisch, ellipsoidisch, cylindrisch-konisch, prismatisch, pyramidal etc.), in welchem eine Glühung, Röstung oder Schmelzung der Erze etc. vorgenommen wird. Die Erze etc. sind entweder mit dem Brennmateriale in unmittelbarer Berührung oder werden von der Flamme desselben erhitzt, welche von einer oder mehreren zur Seite oder im Innern des Schachtes gelegenen Feuerungen in denselben eintritt. In der Regel hat jeder

Haupttheile der Schachtöfen.

Schachtofen 3 Oeffnungen, die Mündung nach oben (Gicht, Aufgebeöffnung) zum Eintragen von Erz und Brennmaterial, eine zweite (Auszieh- oder Stichöffnung, Stich, Auge) am tiefsten Puncte des Schachtes zum Ausziehen oder Ablassen der im Ofen genugsam behandelten Massen und etwas höher als diese eine dritte Oeffnung (Formöffnung) zum Einführen der mittelst eines Gebläses oder durch natürlichen Luftzug erzeugten Verbrennungsluft. Bei Schachtöfen ohne Gebläse fehlt die Formöffnung, indem man die Luft durch die Ausziehöffnung zum Brennmateriale gelangen oder durch

Flammenlöcher die ausserhalb des Schachtes erzeugte Brennmaterialflamme mit Luft in denselben eintreten lässt.

Zug- und Gebläseschachtöfen.

Man theilt die Schachtöfen ein in solche mit und ohne Gebläse, je nachdem man höhere oder nur mindere Temperaturen hervorbringen will. Die bei den Gebläseschachtöfen vorhandenen Vorrichtungen zum Ansammeln und Entfernen der geschmolzenen Massen fallen bei Zugschachtöfen, in denen meist keine Schmelztemperaturen erzeugt werden, weg. In Schachtöfen wird das Brennmaterial vollständiger ausgenutzt, als in Herdöfen, und die zu behandelnden Substanzen erhalten eine bessere Vorbereitung für den damit vorzunehmenden Prozess.

Anwendung.

§. 67. Zugschachtöfen. Dieselben sind einfacher, als die Gebläseschachtöfen, und dienen seltener zu Schmelzungen (ZINTGRAFF's Kupoloofen [1]), Kupferofen zu Bouc [2])) als zum Calciniren (Eisenstein, Galmei) oder Rösten (Eisenstein, Schwefelungen) bei geringerer Hitze. Am häufigsten zum Rösten der Eisensteine in Anwendung, gewähren sie vor den freien Haufen, Stadeln und Gruben die Vortheile, dass sie eine bessere Ausnutzung des Brennmaterials, eine genauere, der Qualität des Eisensteins entsprechende Regulirung der Hitze und einen continuirlichen Betrieb gestatten, auch mehr fördern, dagegen aber erheischt ihr Betrieb mehr Arbeitslöhne.

Seltener dienen Schachtöfen zum Rösten geschwefelter Erze in Stücken (die Schliegform taugt gar nicht), weil diese geneigt sind, leicht zu sintern. Durch eine passende Ofenconstruction, namentlich durch eine Erweiterung des Schachtes nach oben lässt sich aber diesem Uebelstande entgegenwirken und alsdann die beim Rösten gebildete schweflige Säure oder sublimirter Schwefel fast ohne Brennmaterialverbrauch besser nutzbar machen, als in Stadeln und freien Haufen (Unterharzer Röstöfen oder Kilns zu Oker).

Die zum Calciniren von Eisensteinen und Zinkerzen gebräuchlichen Oefen sind meist nach oben etwas zusammengezogen, der bessern Wärmeausnutzung wegen.

Durch eine Verengung nach unten kann zwar ein un-

1) B. u. h. Ztg. 1848. S. 49.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 242.

gleiches Niedergehen der Gichten oder sogar ein Hängenbleiben veranlasst werden, allein eine solche ist bei grössern Oefen des Ausziehens der Erze wegen erforderlich. Wo es angeht, erweitert man den Ofen bei oblonger Form etwas nach unten und legt mehrere Ausziehöffnungen an die Längsseiten.

Die Oefen sind im Allgemeinen nach dem Princip der RUMFORD'schen Kalköfen eingerichtet, welche einen continuirlichen Betrieb gestatten. Der unten ausgezogene Theil von gut gerösteten Erzen wird durch Aufgeben frischen Erzes ersetzt. Zur Erleichterung des Ausziehens befinden sich wohl am Boden des Ofens dach- oder kegelförmige Erhebungen.

Der Querschnitt der Oefen ist, ohne verschiedene Effecte hervorzubringen, rund, elliptisch, quadratisch, oblong etc. Die Höhe derselben variirt hauptsächlich nach der Beschaffenheit des Erzes und namentlich nach der Temperatur, welche dasselbe, ohne zu sintern, ertragen kann. Es kommen Höhen von 6—20 Fuss und Weiten von 4—12 Fuss vor.

Feuerungsvorrichtungen.

Die Hauptabweichungen in den üblichen Constructionen liegen in der Art der Befeuerung der Oefen und die Auswahl derselben hängt wiederum besonders von dem Zweck der Röstung (blosses Brennen oder oxydirendes Rösten), von der Beschaffenheit des Erzes (Leicht- oder Schwerschmelzbarkeit, leichte oder schwere Reducirbarkeit), von dem zu Gebote stehenden Brennmaterial (verkohlte oder rohe Brennmaterialien) und deren Preis u. A. ab.

Eintheilung nach der Feuerungsmethode.

Danach werden entweder Erz und Brennmaterial in abwechselnden Schichten in den Ofen getragen, oder man erhitzt das Erz durch seitwärts oder im Innern des Ofens gelegene Flammenfeuerungen oder Gichtgase, oder es bedarf gar keiner Feuerungsvorrichtung, wenn die einmal erhitzten Erze von selbst fortbrennen.

A. Röstschachtöfen, in welchen das Erz mit dem Brennmaterial geschichtet wird.

Anwendbarkeit.

Das Brennmaterial wird auf der Sohle des Ofens angezündet, worauf sich die Hitze allmälig nach oben verbreitet. Hat diese auf das Röstgut gehörig eingewirkt, so zieht man

einen Theil davon unten heraus und gibt oben neue Schichten von Erz und Brennmaterial auf, so dass der Ofen in fortwährendem Gange bleibt. Bei dieser Röstmethode findet bei der gleichmässigen Berührung des Erzes mit dem Brennmateriale eine sehr vollkommene Ausnutzung des letzteren statt, dagegen wirkt bei dem fortwährenden Aufsteigen erhitzter reducirender Gase im Ofenschachte die Luft auf das Röstgut nur wenig oxydirend ein, weshalb man diesem Verfahren hauptsächlich nur Erze unterwirft, welche von flüchtigen Stoffen befreit oder aufgelockert werden sollen (z. B. reine Rotheisensteine, Brauneisensteine, Galmei, dagegen nicht Schwefelungen, Schwefelkies enthaltende oder einer höhern Oxydation bedürfende oder leichtschmelzige Eisensteine).

Auch ist diese Röstmethode nicht zu empfehlen, wenn das Brennmaterial Stoffe enthält, welche das Röstproduct verunreinigen, wie z. B. schwefelkiesreiche Steinkohlen die Eisenerze.

Brennmaterial.

Die Grösse der Brennmaterialschicht muss nach der Schmelzbarkeit und Reducirbarkeit der Erze bemessen werden. In letzterer Beziehung muss z. B. das Rösten des Stückgalmeies vorsichtig geschehen, damit sich nicht Zinkoxyd reducirt und durch Zinkverflüchtigung Verluste herbeigeführt werden.

Man verwendet sowohl rohes als verkohltes Brennmaterial, und zwar lassen sich auch mindere Sorten mit Vortheil verwerthen (Kohlen- und Cokeslösch, Tannenzapfen, Wellholz etc.). Je gröber Erz und Brennmaterial, um so rascher geht zwar die Röstung, aber um so unvollkommner fällt sie auch aus.

Eintheilung der Oefen.

Nach der leichtern oder schwereren Verbrennlichkeit des Brennmaterials erhalten die Oefen auf der Sohle einen Rost (bei Cokes, Steinkohlen), oder dieselbe ist solide (bei Holz, Holzkohlen, Tannenzapfen etc.). Aber auch bei leichtverbrennlichem Brennmaterial kommen Oefen mit Rost vor, indem letzterer den Vortheil einer gleichförmigeren Röstung in Folge des gleichmässigeren Luftzutrittes gewährt.

Oefen ohne Rost.

1) Oefen ohne Rost. Dieselben bewähren sich besonders bei Erzen in gröberen Stücken und bei leichtver-

brennlichem Brennmaterial, zu welchem die Luft durch die Ausziehöffnungen am Boden zutritt. Die Sohle des Ofens ist entweder horizontal oder sattel- oder kegelförmig erhöht.

Beispiele.

Als Beispiele für diese Construction mögen folgende dienen:

a) Eisensteinsröstofen zu Lerbach am Harze (Taf. VII. Fig. 154). *a* Kernschacht aus feuerfesteren Steinen; *b* Rauhgemäuer aus rauhen Steinen; *c* Gicht; *d* Ausziehöffnungen. In diesem Ofen werden Rotheisensteine mit Quandelkohlen, Waasen, Tannzapfen etc. geröstet.

b) Altenberger Galmeicalcinirofen (Taf. VII. Fig. 155, 156). *a* Ofenschacht, welcher mit abwechselnden Schichten von Stückgalmei und einem Gemenge von mageren Steinkohlen und Cokesklein angefüllt wird. *b* Kegel zur Beförderung des Ausziehens der Erze. c Ausziehöffnungen. *d* Arbeitsgewölbe.

c) Auf dem Gusswerk St. Stephan in Steyermark werden zum Rösten der Erzberger Spatheisensteine Oefen von 12 F. Höhe, 8 F. oberer, 4 F. unterer Weite und 9 F. 6 Z. Durchmesser am weitesten Theile 8 F. unter der Gicht angewandt, auf deren Sohle zum leichteren Ausziehen des Erzes zwei Eisenplatten dachartig zusammengelegt sind. Als Brennmaterial dient Kohlenlösch. Die Röstung fällt leicht unvollkommen aus.

Oefen mit Rost.

2) Oefen mit Rost. Die Sohle des Ofens ist entweder und gewöhnlich mit einem Planrost oder zur Beförderung des Ausziehens der Erze mit einem Kegelrost (Neudeck) oder Sattelrost (Mägdesprung) versehen. Am bequemsten ist es, durch systematisches Herausziehen einiger Roststäbe das Röstgut in untergesetzte Fördergefässe oder darunter befindliche Kühlräume fallen zu lassen (Steyermark, Oberschlesien), bis glühende Kohlen kommen.

Beispiele.

a) Oefen mit Planrost, am häufigsten angewandt. Als Beispiele hierfür mögen folgende Constructionen dienen:

Oefen mit Planrost.

Oberschlesischer Eisensteinsröstofen (Taf. VII. Fig. 157, 158). *a* Kernschacht oder Schachtfutter; *b* Rauhgemäuer oder Mantel; *c* Füllung, ein zum Zusammenhalten der Wärme etc. mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllter Raum; *d* Rost, parallel liegende Eisenstäbe (Traillen)



zwischen denen Verbrennungsluft einströmt; *e* Aschenfall, zur Aufnahme der Asche; *f* Ausziehöffnungen; *g* Arbeitsgewölbe. Zuweilen fehlen die Ziehöffnungen und man lässt dann den Eisenstein durch Herausnehmen der Roststäbe in den Raum *e* fallen. Der Ofen dient zum Rösten von Brauneisensteinen mit Cokesklein.

Die Vordernberger Eisensteinsröstöfen (Taf. VII. Fig. 159) für die Erze vom Erzberge. *a* Ofenschacht, oben 10 Fuss lang und 4 Fuss breit. *b* Ziegelmauer, mit Eisenplatten bedeckt, welche den Ofen unten in zwei Theile theilt, deren jeder einen 4 Fuss 3 Zoll langen und 4 Fuss breiten Rost *c* hat, welcher auf 3 Rostbalken *d* liegt. Nachdem sich das mit Holzkohlen gut geröstete Erz in dem Raume *e* etwas abgekühlt hat, zieht man aus jedem Roste 1 oder 2 Roststäbe und lässt dasselbe so lange, bis glühende Kohlen kommen, in den Kühlraum *f* fallen, welcher eine unter 45° ansteigende Sohle hat. Nach einiger Zeit wird das Röstgut, um die Abkühlung zu befördern und das Stäuben zu vermindern, aus Schläuchen mittelst Wasser übersprengt, sodann durch eine vor dem Kühlraum befindliche, vorher verdeckte Oeffnung in ein Vorrathsgewölbe abgelassen, von hier durch eine Rollvorrichtung in Hunde geschafft und nach der Erzquetsche gefahren. *g* Hebel, mittelst welcher die Gichtthüren *h* aufgeklappt werden, wenn chargirt werden soll.

Im Siegen'schen werden Spatheisensteine in Oefen von 17 Fuss Höhe, 6 Fuss oberer und 3 Fuss unterer Weite geröstet, indem man auf die 3 Fuss über der Sohle 3 Zoll weit aus einander liegenden Roststäbe etwa eine Hand hoch grobe Holzkohlen und darauf eine Lage Eisenstein bringt. Dann lässt man Lagen von Cinders oder Rostcokes mit Erz abwechseln. 2 Fuss unter diesem Roste befindet sich ein zweiter Rost, von welchem aus man mittelst einer 3tägigen Holzfeuerung das Brennmaterial über dem oberen Rost ins Glühen bringt. Dann lässt man den gut gerösteten Stein nach Wegnahme der oberen Roststäbe aus dem Ofen fallen und gibt oben frischen nach.

Oefen m Kegelr

b) Oefen mit Kegelrost. Ein solcher ist z. B. zu Neudeck [1]) in Böhmen (Taf. VII. Fig. 160) in Anwendung.

1) Wenigeb, pract. Schmelzmeister. 1860. S. 28.

a kegelförmiger Rost über einer Oeffnung auf der aus Eisenplatten bestehenden Ofensohle, dessen einzelne Stäbe durch einen Hut zusammengehalten werden, welcher von einer in der Axenlinie des Kegels angebrachten, 3 Zoll langen Stange getragen wird. *b* Ofenschacht. *c* Ausziehöffnungen. *d* Raum, in welchen die Zugluft eintritt.

Oefen mit Sattelrost.

c) Oefen mit Sattelrost. In Mägdesprung[1]) am Harze haben die Röstöfen für Spath- und Brauneisensteine nachstehende Dimensionen: Höhe 17 Fuss 9 Zoll, Gichtweite 4 F. 4 Z., untere Weite 4 F. und Weite im Kohlensack, 10 F. unter der Gicht, 7 F. In 2½ F. Höhe über der Hüttensohle befinden sich zwei Ausziehöffnungen von 1 F. 9 Z. Höhe und 3 F. Breite, zwischen welchen ein 4 F. breiter und 1 F. 9 Z. hoher gusseiserner Sattelrost zur Vermehrung der Zugluft und zur Vertheilung der Röstsäule nach den Ausziehöffnungen hin liegt. Man wendet Quandelkohlen an.

B. Röstschachtöfen, in welchen das Erz durch Flammenfeuer erhitzt wird.

Anwendbarkeit.

Bei diesem Verfahren findet eine bessere Einwirkung der Luft auf das Röstgut statt (Magneteisenstein, schwefelkieshaltige Eisensteine), es ist keine Reduction zu befürchten (Galmei), ein schwefelkieshaltiges Brennmaterial ist nutzbar, ohne auf das Röstproduct schädlich einzuwirken, und man hat die Röstung durch den Grad der Feuerung mehr in der Gewalt. Die Ausnutzung des Brennmaterials ist hierbei weniger vollständig, als bei der ersteren Methode, weil bei dem nicht gleichmässigen Zuge dasselbe weniger vollständig verbrennt und ein Theil der erzeugten Wärme durch Ausstrahlung verloren geht. Die Oefen dürfen nicht zu hoch sein, damit der Flamme der Durchgang nicht allzu sehr erschwert und keine Russausscheidung veranlasst wird.

Verschiedene Constructionen.

Die Flamme wird entweder von festem Brennmaterial oder von Gichtgasen geliefert, und im ersteren Falle befindet sich die Feuerung entweder an der Peripherie oder innerhalb des Ofens. Man zieht letztere Construction der ersteren vor,

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 405.

wenn bei grösseren Ofendimensionen zu befürchten steht, dass die Flamme den mittleren Theil des Ofenschachtes nicht gehörig durchzieht, sondern mehr an der Peripherie des Ofens aufsteigt.

Oefen mit seitlichem Feuerherd.

1) **Oefen mit seitlichem Feuerherd.** Die hierher gehörigen Apparate haben im Allgemeinen die Einrichtung der RUMFORD'schen Kalköfen [1] (Taf. VII. Fig. 161, 162). *a* Schacht. *b* Feuerungen. *c* Ausziehöffnungen. *d* Aschenfall. *e* Geneigte Abrutschfläche. *f* Arbeitsgewölbe.

Beispiele.

Die Eisensteinsröstöfen zu Finspang[2]) in Schweden haben einen cylindrischen Schacht mit drei Feuerungen ohne Aschenfall am Umfang im Mauerwerk, welche von dem Schachte durch senkrechte gusseiserne, durchbrochene Platten getrennt sind. Ueber der kegelförmigen Sohle liegen die Herde 1,5 Meter hoch und 0,6 Meter tiefer die Ziehöffnungen. Man feuert mit Holz und mengt in den Eisenstein, wenn das Erz nicht kiesig ist, wohl Kohlenlösch ein.

Bei belgischen Galmeibrennöfen (Taf. VII. Fig. 163, 164) befinden sich auf zwei Seiten des konischen Schachtes Feuerungen *a*, aus deren Gewölbe ein Canal abgeht, welcher die Flamme durch mehrere, in 3 oder 4 Reihen über einander liegende Oeffnungen *b* von 1 Decim. Durchmesser in den Ofen führt. *c* sattelförmige Ofensohle. *d* Ausziehöffnungen.

Oefen mit innerer Feuerung.

2) **Oefen mit im Innern gelegenem Feuerraum.** Bei dieser Einrichtung vertheilt sich die Flamme besser und durchdringt namentlich die Mitte der Röstsäule vollständiger. Derartige Oefen, welche sich nach unten nicht verengen, sind seit längerer Zeit auf schwedischen und norwegischen Eisenhütten[3]) beim Rösten der Eisensteine in Anwendung, und zwar in verschiedenen Modificationen.

Oefen ohne Rost.

a) Die Holzfeuerung geschieht auf einer soliden Unterlage unter einer die Sohle des Ofens theilweise bildenden, durchlöcherten Eisenplatte oder einem durchlöcherten Sattelrost (Schweinerücken).

1) LAMPAD., Fortschr. 1839. S. 52.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 92.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 92.

Beispiele.

Ein solcher Ofen zu Stafjö (Taf. VII. Fig. 165—167) hat einen prismatischen Schacht *a* von 2 M. Länge, 1,3 M. Breite und 3,3 M. Höhe über den zu 2 auf jeder Seite befindlichen Ausziehöffnungen *b*, welche 0,6 M. hoch und breit sind. Das aus gusseisernen Platten gebildete Dach *c* erstreckt sich durch die ganze Länge des Ofens und ist auf jeder Platte mit 8 länglich viereckigen Löchern von 6 Cent. Breite und 30 Cent. Länge versehen, durch welche die im Raume *d* durch Holz erzeugte Flamme hindurchzieht.

Oefen mit Planrost. Beispiele.

b) Der Feuerraum enthält einen Planrost mit Aschenfall, wie z. B. zu Åker (Taf. VII. Fig. 168). *a* Herd in Gestalt eines gusseisernen Canals von 0,4 M. Breite und 0,3 M. Höhe mit einem aus 3 Stäben bestehenden Rost, unter welchem der Aschenfall *b*. Der Herd wird von einer Seite mit Holz befeuert und die Flamme strömt durch quadratische Löcher von 15 Cent. Weite in den senkrechten Wandungen in den Ofen. *c* gusseiserne Kappe von 1 M. Breite und 36 Cent. Höhe zum Abrutschen der Erze. Man mauert auch wohl (s. Fig. 166 u. 167) den Feuerungsraum auf und bedeckt ihn dachförmig mit mehreren dicht neben einander gelegten massiven Gusseisenplatten (Schweinerücken), welche nicht unmittelbar auf dem Mauerwerk aufliegen, sondern durch kleine, Zwischenräume für die ausströmende Flamme lassende Eisenstückchen davon getrennt sind.[1]) *c* Ausziehöffnungen. *d* Schacht mit quadratischem Querschnitt unten von 2 M. Seite, welcher sich an der Gicht auf 1,35 M. verengt.

Zur Altenauer Eisenhütte auf dem Harze ist ein solcher Ofen von etwas abweichender Construction in Anwendung (Taf. VII. Fig. 169). *a* Kernschacht aus Barnsteinen. *b* Rauhgemäuer aus Schlackensteinen, ohne Füllung. *c* Feuerungsraum, über dem Roste *d* aus 17 Stück gusseisernen Bogen gebildet. Durch angegossene $1\frac{1}{2}$ Zoll breite Verstärkungen *g* werden die einzelnen Bögen um 3 Zoll auseinander gehalten, und durch die entstehenden Zwischenräume schlägt die mit Wellholz etc. erzeugte Flamme.

1) Scheerer, Metallurg. I, 75.

e Ausziehöffnungen, auf jeder Seite zwei. *f* Aschenfall. *h* gusseisernes Dach. Der Schacht ist an der Gicht 6 F. lang und 5 F. breit, im Kohlensack 7 F. 3 Z. lang und 6 F. breit.

Oefen mit Dampfanwendung.

c) Oefen mit Anwendung von Wasserdampf. Dieselben sind seit 1845 von Nordenskjöld[1]) in Finnland und am Ural angewandt und im Allgemeinen wie die schwedischen Röstöfen mit Flammenfeuerung für schwefel- und arsenkieshaltige Eisensteine eingerichtet (Taf. VII. Fig. 170, 171). *a* Sohle. *b* Rost. *c* Dach oder Schweinerücken, aus Eisenstäben gebildet. *d* Aschenfall. *e* Ziehöffnungen. *f* Zugöffnungen. *g* Feuerungsraum. *h* eisernes, mit Löchern versehenes Dampfrohr, durch welches Wasserdampf in den Ofen tritt. *i* gusseisernes Dach.

Oefen mit Gasfeuerung.

3) Oefen mit Gichtgasfeuerung. Die Anwendung der Gichtgase aus Eisenhohöfen zum Rösten der Eisensteine (S. 307) erfordert kein eigenes Brennmaterial und die Röstung erfolgt vollständiger und gleichmässiger. Weder in Oefen mit eingeschichtetem Brennmaterial, noch in solchen mit gewöhnlicher Flammenfeuerung lässt sich die zum Rösten erforderliche nicht hohe, aber gleichmässige Temperatur erreichen, weil sich der Feuerzug und in Folge dessen auch die Hitze immer nach den grösseren Zwischenräumen zieht und trotz aller Vorsicht Sinterungen hervorbringt. Nur durch mehr Brennmaterial und langsameren Betrieb ist die unvollkommene Röstung auszugleichen. Dagegen lassen sich die brennbaren Gase durch viele Oeffnungen an der Peripherie des nicht zu weiten Ofens oder in der Mitte eines weiteren Ofens gleichmässig vertheilen und durch Regulirung des Luftzutrittes die Temperatur jederzeit stimmen. Die mit geringer Pressung eintretenden Gase dringen vermöge ihrer Ausdehnsamkeit vollständig ins Innere der Röstsäule ein.

Beispiele.

Die Eisensteinsröstöfen mit Gichtgasfeuerung stammen aus Schweden und haben daselbst in den letzten 10 Jahren die S. 403 beschriebenen schwedischen Oefen mit Flammenfeuerung im Innern meist verdrängt.

---

1) B. u. h. Ztg. 1853. S. 659.

Schwed. Gasröstöfen.

Die Oefen älterer [1]) und neuerer [2]) Construction in Schweden sind von Tunner beschrieben und es hat nach Demselben ein neuerer Gasröstofen zu Danemora nachstehende Construction: Die aus 20 Klafter Entfernung in 10zölligen, blechernen Röhren herbeigeleiteten und auf die Taf. III. Fig. 86 dargestellte Weise aufgefangenen Eisenhohofen-Gichtgase treten durch das Ansatzrohr *a* (Taf. VII. Fig. 172, 173) in das um den Ofen herumlaufende Kranzrohr ein. Dasselbe ist mit verschliessbaren Oeffnungen *b* zum Reinigen und mit 10 Ansatzröhren *c* versehen, aus denen die Gase durch die angepassten gusseisernen Laden *d* und dann durch die ausgemauerten Canäle *e* an 10 Puncten in den Röstofen strömen. Durch äussere Thüren *g* zugänglich gemachte Schieber *f* dienen zur Regulirung des Gasstromes. Diese Thüren enthalten ³/₄zöllige, mit Reibern verschlossene Oeffnungen zur Beobachtung der Temperatur im Ofen, wozu auch, sowie zur etwaigen Nachhülfe mit Brechstangen, die Oeffnungen *h* dienen. *i* Ausziehöffnungen. *k* Trageisen.

Diese Ofenconstruction unterscheidet sich von der älteren in folgenden Puncten:

a) Behuf besserer Regulirung der Temperatur sind die Ausziehöffnungen von 3 auf 5 vermehrt, gut mit Thüren verschlossen und diese wieder mit Reibern versehen.

b) Die Eintrittsöffnungen *e* für die Gase sind, was eine wesentliche Veränderung ist, 10 Zoll über das Trageisen gelegt, während sie früher über 6 Fuss darüber lagen. Der bezeichnete Höhenunterschied ist von wesentlichem Einfluss auf die Rösthitze und muss um so geringer sein, je mehr Hitze die Erze vertragen können.

c) Durch eine solidere Verankerung ist die Dauer des Ofens erhöht und der Gasverlust verringert worden.

Mängel des Ofens.

Bei den verhältnissmässig grossen Dimensionen dieser schwedischen Oefen findet, namentlich bei zu starkem Luftzutritt, leicht der Uebelstand statt, dass die Verbrennung der Gase hauptsächlich an der Schachtmauer vor sich geht.

---

1) Leobener Jahrb. 1852. II, 203. B. u. h. Ztg. 1852. No. 36.
2) Tunner, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 24.

Um auch in der Mitte die erforderliche Hitze zu haben, gichtet man wohl auf einigen Hütten etwas Kohlenlösch in der Mitte auf.

Beseitigung der Mängel.

Eine wirksamere Gasverbrennung wird entweder dadurch erreicht, dass man durch die Mitte des Ofens eine Röhre legt und durch an beiden Seiten derselben angebrachte Düsen das Gas in der Mitte ausströmen lässt (PUTTRICH's Röstofen [1]) zu Hof), oder dass man statt eines grösseren mehrere kleinere Oefen mit seitlicher Ausströmung der Gichtgase anwendet (Vordernberger Röstöfen).

Vordernberger Gasröstöfen.

Auf dem v. FRIEDAU'schen Hüttenwerke bei Vordernberg befinden sich 10 solcher kleinen Röstöfen in einem über der Hohofengicht angebrachten Rösthause von 22 Fuss Länge und 18 Fuss Breite.

Die Auffangung der Gase geschieht ähnlich, wie in Fig. 76. Taf. III. dargestellt worden, vermittelst eines in die Gicht eingehängten gusseisernen abgestumpften Kegels von 6 Fuss Länge, 30 Zoll oberer und 48 Zoll unterer Weite mit 1½ Zoll Wandstärke. Hinter dem Cylinder befinden sich im Ofengemäuer 4 Canäle zum Ableiten der Gase. Der Canal *c* (Taf. III. Fig. 76) führt zum Gaswasch- und Lufterhitzungsapparat, durch *d* treten überschüssige Gase aus und an den beiden anderen Seiten befinden sich die Gasabführungscanäle für den Röstofen. Aus letzteren treten die Gase in Gasständer *a* (Taf. VII. Fig. 174 — 176) und von hier in ein horizontales gusseisernes Vertheilungsrohr *b*, welches an der Rückwand *r* der einen Reihe von Oefen *c* hinläuft. Letztere sind über dem Roste *d* 4 Fuss hoch, 3 Fuss breit und 4 Fuss tief. Der Rost *d* ruht auf 3 Rostbalken *e* von 3 Zoll Q. im Querschnitt, und besteht aus 6—7 vier Fuss langen Traillen von 1 Q. Z. Querschnitt, am vorderen Ende mit einem hakenförmigen Griff zum Herausziehen versehen. Die gemauerten Zungen *f* endige in dachförmig zusammengelegte Eisenplatten, über welche hin eine Eisenbahn *g* führt. An der Vorderseite *v* sind die einzelnen Oefen durch Thüren von Eisenblech geschlossen. Aus dem Kühlraum *h* werden die gerösteten Erze durch die

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. No. 1.

Ausziehöffnung *i* in davor gestellte Hunde geschafft. Die Gase treten aus dem Vertheilungsrohr *b* in horizontale Canäle *k* und daraus in vertikale, mit Registern *x* versehene Canäle *m* von 4 Zoll im Qu., welche in der Höhe von 1 Zoll über dem Roste *d* in horizontale Canäle *n* von 6 Zoll Breite und 8 Zoll Höhe münden. Dieselben haben an der Vorderseite eine verschliessbare Oeffnung von 8 Zoll Höhe und 3—4 Zoll Breite zum Ausziehen des Gichtstaubes, und sind in der Weise mit einer Eisenplatte *o* überdeckt, dass dieselbe durch 3 dazwischengelegte Keile über den Seitenwänden des Canals Spalten *p* von $^1/_4$ Zoll Höhe bildet, durch welche die Gase aus je einem Canal in 2 Oefen einströmen.

Dieselben werden vermittelst der durch den Rost hinzutretenden Luft verbrannt und erhitzen die mittelst zum Kippen eingerichteter Gichthunde aufgegichteten Erze, welche mit Kohlen geschichtet werden.

Röstofen zu Hof.

Der Gichtgasröstofen zu Hof hat nachstehende Einrichtung (Taf. VII. Fig. 177—179): *a* Gasrohr, auf jeder Seite mit 16 Düsen *h*, deren 8 mittlere $1^1/_2$ Zoll und deren äussere $1^1/_4$—$1^1/_8$ Zoll lichte Weite haben. *b* Klappe zum Reinigen der Gasröhre und als Sicherheitsventil dienend. *c* gusseiserner Träger für das Gasrohr, zu beiden Seiten durch unter 45° geneigte gusseiserne Platten *d* gestützt, welche durch die Falze *e* in der richtigen Stellung gehalten werden. *f* Canal zur Zuführung von Luft, welche durch Schlitze *g* in den Platten *d* zu den Gichtgasen gelangt. *i* gusseisernes Dach zum Schutze des Gasrohrs und der Düsen. *k* Ausziehöffnungen. *l* Träger. Man lässt behuf Abwärmens einige Tage die Hohofengase durch den leeren Ofen strömen, schlichtet die Oeffnungen bei *k* mit Erzstufen bis zur Höhe der beiden Träger *l* zu, bringt hierauf einige Holzspäne, dann Steinkohlen und Erz, dann ein paar Gichten Cokesklein und Erz, und zuletzt Gichten mit Cokeslösche und Erzen. Nachdem die Gase abgestellt, zündet man die Späne an und lässt erstere wieder zutreten, sobald Steinkohlen und Cokes gehörig im Brande sind. Dann wird der Ofen nach und nach mit Erzen angefüllt und der Zutritt der Gase durch ein Schieberventil regulirt.

Schottische Gasröstöfen.

Abweichend in ihrer Construction von den beschriebenen

Oefen sind die in Schottland, z. B. auf Coltness-Hütte [1]), mit Steinkohlen-Gichtgasen aus Hohöfen betriebenen Röstöfen. Diese Gase werden schon ausserhalb des Ofens in einem besondern Raume entzündet und treten flammend durch Canäle in den Röstofen.

C. Röstschachtöfen ohne besondere Feuerungsvorrichtung.

Anwendbarkeit.

Derartige Oefen werden zum Rösten von Schwefelkies oder an Schwefelkies reichen Kupfer- und Bleierzen angewandt, wenn es darauf ankommt, den Schwefel entweder in Substanz oder als schweflige Säure behuf der Schwefelsäuredarstellung nutzbarer zu machen, als dies in freien Haufen und Stadeln geschieht, und gleichzeitig den schädlichen Einfluss der schwefligen Säure auf die Umgebung zu verhüten.

Man gewinnt entweder Schwefel oder schweflige Säure als Hauptproduct (aus Schwefelkies), oder die Röstung der Erze ist behuf der nachfolgenden Verschmelzung die Hauptsache und jene Substanzen erfolgen als Nebenproducte (Rösten der Kupfer- und Kupferbleierze zu Oker am Unterharze).

Construction.

Schon in früherer Zeit hat man die Abröstung geschwefelter Erze in Schachtöfen von grösseren Dimensionen bei Luftzutritt von unten und einer Erweiterung derselben nach der Sohle zu versucht. Man erhielt aber stets ungünstige Resultate, z. B. im Lentinschen Ofen [2]) am Unterharze und zu Davidsthal in Böhmen, weil sich in solchen Oefen eine zu hohe Temperatur entwickelte, welche der Röstung hinderliche und mit schwieriger Arbeit verbundene Sinterungen des Erzes veranlasste.

Seit dem Jahre 1817 und besonders seit 1835, wo die Preise des Sicilianischen Schwefels sehr stiegen, ist die Anwendung der Schwefelkiese zur Schwefelsäurefabrikation in England allgemeiner geworden und man hat zu ihrer Abröstung zweckentsprechende Ofenconstructionen erfunden.

---

1) B. u. h. Ztg. 1852. S. 579.

2) Köhler, Bergm. Journ. 1790. 3. Jahrg. 1. Bd. p. 381.

Kilns.

Der englische Kiesbrenner, Kiln[1]) genannt, hat im Allgemeinen die Form einer abgestumpft vierseitigen Pyramide, die grössere Grundfläche nach oben. Der Ofen wird durch eine passende Feuerung in solche Temperatur versetzt, dass die eingetragenen Kiesstücke ohne weitere Erhitzung fortbrennen. Die Zuführung der Luft geschieht weniger von unten, als durch seitliche Oeffnungen auf die obere, grössere Fläche des Erzes. Dieses verliert hier den grössten Theil seines, zu schwefliger Säure verbrennenden Schwefelgehaltes und es bilden sich strengflüssigere Oxyde, welche beim Niedergang im Ofen weniger leicht sintern, als wenn die Luftzuführung und damit die grösste Rösttemperatur im untern Theil des Ofens stattfindet. Bei den geringeren Dimensionen der Kilns lassen sich etwa zusammengesinterte Partien mittelst, durch seitliche Oeffnungen eingebrachter Brechstangen trennen, so dass das Ausziehen der abgerösteten Erze durch seitliche Oeffnungen auf der Sohle des Ofens keine Schwierigkeiten macht.

Man legt gewöhnlich 4 und mehr Oefen zusammen und gibt ihnen einen gemeinschaftlichen Canal zur Abführung der flüchtigen Röstproducte. Von England sind diese Kilns zum Rösten der Kupfererze nach verschiedenen Orten entlehnt, z. B. nach Oker[2]) am Unterharze, nach Westphalen etc.

Verschiedene Constructionen.

Die vorkommenden Abweichungen in der Construction liegen, ausser in der verschiedenen Abführungsweise der schwefligen Säure gleichzeitig mit oder ohne salpetersaure Dämpfe, in der Art und Weise, wie der Ofen zur Einleitung der Röstung in Gluth versetzt wird, nämlich entweder durch eine Holzfeuerung auf der soliden Sohle des Ofens (Oker), oder durch Cokes auf einem Roste im Ofen (England), oder dass man je 2 Kilns an jede Seite einer Flammenfeuerung legt und die Flamme in Zügen um die Kilns führt (Westphalen).

1) Bgwfd. XIV, 63; XV, 547. — B. u. h. Ztg. 1850. p. 228. — Graham-Otto's Chem. 1852. II, 263. — Muspratt-Stohmann's techn. Chemie. 1860. Bd. III. p. 1586.

2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 363. — Kerl, Rammelsberger Hüttenprozesse. 2. Ausg. 1861. S. 26 (Nachtrag).

Beispiel Engl. Ki

Englischer Kiesbrenner oder Kiln mit Rost (Taf. VIII. Fig. 180). *a* Ofenschacht in Gestalt einer umgekehrten 4seitigen Pyramide. *b* Oeffnung zum Eintragen des Kieses. *c* Oeffnung zum Einbringen einer Brechstange, um das Niedergehen der Kiese zu befördern, wenn die untere Schicht Erz durch die Oeffnung *d* ausgezogen ist. *e* Canal, für mehrere Oefen gemeinschaftlich, zur Ableitung der schwefligen Säure in die Bleikammern. *f* Rost.

Um den Ofen in Betrieb zu setzen, zündet man auf dem Rost *f* ein lebhaftes Feuer an, füllt den Ofen mit Cokes und setzt davon so viel nach, bis die Wände und das Gewölbe glühend geworden sind. Dann gibt man mit den letzten Cokes eine Schicht Kies auf und schüttet letzteren in dem Masse nach, als die Cokes niedergehen, bis der Ofen ganz mit Kies gefüllt ist. Bei noch nicht hinreichend hoher Temperatur im Ofen gibt man anfangs noch abwechselnde Schichten von Cokes und Kies auf. Während des Heizens des Ofens ist die Communication desselben mit den Bleikammern abgeschnitten und der erforderliche Zug wird durch einen gut ziehenden Schornstein hergestellt.

Belgisch Oefen

In der Provinz Namur[1]) in Belgien haben die Kiesbrenner die Gestalt eines gewölbten Canals, dessen aus Barnsteinen hergestellte Sohle rostartig durchlöchert ist und darunter einen Aschenfall hat. Länge des Ofens 7 Meter, Weite 2 M., Höhe 1,6 M., Höhe des Aschenfalls 2 M. Letzterer ist mit einer Thür zur Regulirung des Luftzutritts geschlossen.

Obersch Kiln.

Kiln ohne Rost zu Oker (Taf. VIII. Fig. 181—183). *A* vier zusammengelegte Kilns. *a* und *b* Oeffnungen zum Ausziehen des gerösteten Erzes. *c*, *d*, *e* und *i* Oeffnungen zum Aufräumen (Nachsehen) des Erzes mittelst Brechstangen. *f* Oeffnung zum Eintragen des Erzes. *g* Salpetercanal zur Aufnahme eines eisernen, mit Salpeter und Schwefelsäure gefüllten Kastens. *h* Canäle zur Aufnahme vorräthiger Salpeterkästen. *k* Canäle zum Abziehen der Gase in die Schwefelsäurekammern.

---

1) Bullet. de la société d'encouragement. Juillet 1860. p. 406.

Man erhält beim Inbetriebsetzen der Kilns einige Tage lang auf der Ofensohle ein allmälig verstärktes Holzfeuer, füllt dann bis auf 3 Zoll unter die Thür *f* geröstetes Erz ein und erhält auf diesem so lange ein starkes Flammenfeuer, bis Ofenwände und Gewölbe rothglühend geworden. Wirft man dann durch *f* 3—4 Zoll hoch rohes Erz in Wallnuss- bis Faustgrösse ein, so entzündet sich dasselbe und die Röstung ist eingeleitet. Während des Anfeuerns leitet man die Dämpfe ins Freie.

Zur Regulirung des Luftzutritts sind die zum Ofen führenden Oeffnungen mit Thüren verschlossen, die mit Reibern versehen sind.

Westphäl. Kilns.

Westphälische Kilns mit Flammenheizung (Taf. VIII. Fig. 184, 185). *a* Ofenschacht. *b* Raum zum Anzünden des Erzes. *c* Ausziehöffnungen. *d* Oeffnungen zum Eintragen des Erzes. *e* Oeffnungen zum Aufräumen des Röstgutes. *f* Feuerungsraum. *g* Feuerzüge. *h* Aschenfall. *i* Salpeterofen. *k* Canal zur Abführung der Gase.

Anwendung.

§. 68. Gebläseschachtöfen. Bei der energischeren Verbrennung des Brennmaterials durch Gebläseluft entsteht in Schachtöfen eine höhere Temperatur, als sonst bei metallurgischen Prozessen, und in Folge der meist unmittelbaren Berührung der zu erhitzenden Substanz mit dem Brennstoffe wird die erzeugte Wärme ihrer Intensität nach sehr vollständig ausgenutzt. Indem die aus dem Schmelzraum emporsteigenden heissen, theilweise reducirenden Gase bei grösserer Höhe der Schachtöfen mit den zu erhitzenden Körpern längere Zeit in Berührung bleiben, als in Herdöfen mit Gebläse, so geben sie ihre Wärme vollständiger an dieselben ab und üben eine kräftigere reducirende Wirkung auf dieselben aus. Die Schachtöfen mit Gebläse werden deshalb weniger zu Calcinir- und Röstprozessen (Linzer Blendecalcinirofen), als zu Schmelzprozessen benutzt, und es kommt dabei entweder nur die erzeugte Wärme zur Wirkung (Umschmelzen des Roheisens, Verschmelzen des Bleiglanzes mit Eisen, Roharbeit) oder gleichzeitig auch die reducirende Wirkung der im Ofen emporsteigenden Gase (Roheisen-

bereitung, Darstellung von Kupfer, Zinn, Blei aus gerösteten Erzen etc.).

Je nach dem beabsichtigten Zweck müssen die Ofenconstruction, Brennmaterial, Windzuführung etc. passend gewählt werden.

Allgemei Schachto constructi

Die Abweichungen in der Construction der Gebläseschachtöfen hinsichtlich ihrer Gestalt, ihrer Höhen- und Weitendimensionen, der Einrichtung der Herdsohle etc. werden hauptsächlich durch das Schmelzverhalten der darin zu behandelnden Substanzen und das zu Gebote stehende Brennmaterial, so wie auch durch Erfahrung und alt hergebrachte Gewohnheit bedingt. Am meisten unterscheiden sich die zum Verschmelzen der Eisenerze angewandten Oefen von denen zur Erzeugung der andern Metalle, welche, obgleich man weniger hohe Temperaturen darin hervorbringt, doch in kürzerer Zeit zerstört werden. Es soll hier hauptsächlich von den Oefen der letzteren Art die Rede sein und auf die Construction der Eisenhohöfen bei der Roheisenerzeugung im vierten Bande näher eingegangen werden.

Ofenthei

Jeder Schachtofen, er mag eine Gestalt haben, welche er will, ist von vier Wänden eingeschlossen, der Hinterwand (Brandmauer, Rückwand, Formwand), der Vorder- oder Stirnmauer und den beiden Ulmen, Wangen oder Backen. Nach unten ist der Schacht durch den Sohlstein oder Bodenstein begrenzt. Das Ofengemäuer besteht gewöhnlich aus zwei Theilen, einem inneren, aus feuerfesteren Materialien (pag. 351) hergestellten (Kernschacht, Futter) und einem denselben umgebenden äusseren, weniger feuerfesten (Rauhgemäuer, Mantel). Beide sind unabhängig von einander, so dass der Kernschacht ohne Lädirung des Rauhschachtes erneuert werden kann. Um die Wärme mehr zusammenzuhalten, den Abzug der Dämpfe zu erleichtern und dem Kernschacht Raum zur Ausdehnung zu gestatten, lässt man zuweilen zwischen Rauh- und Kernschacht einen Zwischenraum (Füllung), welcher mit schlechten Wärmeleitern (Ziegelstücken, Sand, Schaumschlacke, Asche, Kohlenlösch) ausgefüllt wird. Letztere Construction wird z. B. bei Eisenhohöfen, bei schwedischen Suluöfen u. a. angewandt.

Es empfiehlt sich, behuf Herstellung einer Füllung, das Aeussere des Kernschachtes konisch und das Innere des Rauhgemäuers mit vertikalen Wänden aufzuführen, weil bei dieser Form der Ausdehnung des Kernschachtes am besten nachgegeben wird. Schaumschlacken sind dem Sande als Ausfüllungsmassen vorzuziehen.

Der Ofenschacht hat wenigstens drei Oeffnungen, die Gicht oder Gichtöffnung zum Einbringen der Schmelzmaterialien, die Formöffnung zum Eintritt der Gebläseluft und den Stich (Stichöffnung, Spur, Auge) zum Ausfliessen der geschmolzenen Massen. Man nennt den Theil des Ofenschachtes unter der Form Herd, Sumpf oder Untergestell, den Raum über derselben den eigentlichen Ofenschacht, auch wohl den unmittelbar über der Form befindlichen Theil Obergestell.

Ofenbau. Beim Aufbau eines Schachtofens[1]) verfährt man gewöhnlich in folgender Weise. Man füllt zunächst, wo kein Felsengrund vorhanden ist, bis auf den festen Grund weg und stürzt bis zur Hüttensohle den ausgegrabenen Raum mit auf einander geworfenen Steinen aus, die wohl noch mit Gypsmörtel vergossen werden. Bei wandelbarem Untergrund legt man wohl das Mauerwerk auf einen Pfahlrost (Schwedische Eisenhohöfen[2]), Kupferöfen[3]) zu Perm) oder richtet ein Kreuzgewölbe her und führt darauf das Fundament bis zur Hüttensohle auf. Auf diesem Fundamente mit oder ohne Kreuzabzüge zur Ableitung der Feuchtigkeit erheben sich die beiden Ulmen und die Hinterwand des Rauhgemäuers, in welchem man in gewissen Entfernungen horizontale und vertikale, communicirende, Feuchtigkeitsabzüge und Verankerungen anbringt. Bei niedrigen Oefen bleibt die Vorderseite des Ofens vorläufig ganz offen; bei höheren Oefen wird dieselbe in einiger Entfernung über der Hüttensohle nach oben geschlossen, indem man die Mauerung auf einen gemauerten Bogen oder

---

1) Bau der Oberharzer Bleiöfen: Kerl, Oberharzer Hüttenprozesse. 1860. S. 294.
2) Karsten's Eisenhüttenkunde. Taf. XIX. Fig. 5 und 6.
3) Rivot, Kupferhüttenkunde, deutsch v. Hartmann. 1860. p. 56.

auf ein Trachteisen aufsetzt. Die Gichtöffnung wird mit einem Gicht-Mantel umgeben, welcher eine Oeffnung (Aufgebeöffnung) zum Einbringen der Schmelzmaterialien hat und entweder unmittelbar unter einem Schlote steht oder mit Flugstaubkammern in Verbindung gebracht ist, welche über oder neben der Gicht aufgemauert und durch horizontale und vertikale Scheidewände in mehrere Abtheilungen getheilt werden. Dadurch wird der aus der Gicht ausziehende Gasstrom in seiner Geschwindigkeit gehemmt und findet Gelegenheit, mitfortgerissene Bestandtheile abzusetzen. Die nicht condensirten Gase und Dämpfe entweichen durch eine Esse aus den Flugstaub- oder Fluggestübbekammern. Man bringt auch wohl am oberen Theil der Vorderwand einen Rauchmantel an, hinter welchem die unten aus dem Ofen austretenden Dämpfe in die Flugstaubkammern emporziehen.

An der Seite des Ofens, wo eine Form angebracht werden soll, wird im Rauhgemäuer das Formgewölbe hergestellt, dessen Decke entweder aus Bogenmauerung oder aus treppenförmig übereinander gelegten Trachteisen besteht. Auch spart man wohl bei dicken Ofenmauern ein Arbeitsgewölbe an der Vorderwand aus (Kupferschieferöfen).

Nach Herstellung des Rauhgemäuers wird auf dem zwischen den Ulmen und der Hinterwand noch blossgelegten, unter der Hüttensohle liegenden Fundament eine Sohle mit Kreuzabzügen aus Ziegelmauerung hergestellt, darauf eine nach hinten ansteigende Lehmsohle aufgestampft und, nachdem dieselbe gehörig abgewärmt worden, der Sohlstein darauf gelegt, indem man die Zwischenräume zwischen demselben und den Ofenwänden mit mehr oder weniger feuerfestem Thon vergiesst. Man legt den Sohlstein so hoch, dass er vor Ueberschwemmungen gesichert ist. Der Sohlstein besteht aus Sandstein (Harzer Silberhütten), Talkschiefer (Atvidaberger Kupferöfen) etc. Ausser bei Eisenhohöfen liegt derselbe gewöhnlich mit Neigung nach vorn, bei ersteren aber söhlig oder sogar etwas nach hinten geneigt, damit beim Abstechen nicht alles Roheisen ablaufen und der Bodenstein nicht erkalten kann.

Auf dem Sohlstein erhebt sich dann der Kernschacht,

unter und bis etwas über die Formgegend aus feuerbeständigeren Materialien hergestellt, als nach oben hin, und an der Gicht sich behuf bequemeren Aufgebens meist trichterförmig erweiternd. In entsprechender Höhe über dem Sohlsteine wird die Formöffnung im Kernschachte hergestellt.

Muss der Ofen mit einem Vorherd versehen werden, so legt man vor den Sohlstein einen Herdstein mit solchem Ansteigen, dass beide einen stumpfen Winkel bilden, und umgibt letzteren mit Eisenplatten oder Herdblechen (Oberharzer Silberhütten), mit Mauerwerk (Kupferöfen zu Perm), oder mit Steinen (Granitblock zu Atvidaberg, Wallstein der Eisenhohöfen). In diesem Zustande wird der Ofen vom Maurer dem Hüttenmann übergeben, welcher denselben vor dem Schmelzen zumacht, d. h. den Sohlstein und Vorherdstein mit einer Schlacken-, Lehm- und Gestübbesohle überkleidet und die offene Vorderseite durch die Vorwand schliesst, deren unterster Theil Brust genannt wird.

Man sucht dem Schmelzraume zuweilen durch Abkühlung von Aussen längere Dauer zu verleihen, z. B. durch freistehende Gestelle bei Eisenhohöfen, Anwendung mehrerer Wasserformen, Anbringung von Wasserbassins an den Formseiten (Eisenhohöfen, Stolberger Bleiofen, Taf. VIII. Fig. 196) u. dgl. m.

Chemische Vorgänge in einem Schachtofen.

Die innere Gestalt der Oefen, sowie ihre Weiten- und Höhendimensionen hängen hauptsächlich von der Beschaffenheit des Schmelzmaterials und den chemischen Veränderungen ab, welche dasselbe beim Niedergang im Ofen erleiden soll.

Die Vorgänge in einem Schachtofen sind im Allgemeinen folgende: Beim Eintritt des Gebläsewindes verbrennt das meist angewandte verkohlte Brennmaterial vor der Form mehr oder weniger zu Kohlensäure oder Kohlenoxydgas und es hängt davon die Entstehung einer höheren oder niedrigeren Temperatur ab (S. 224). In Berührung mit glühendem Kohlenstoff geht die Kohlensäure theilweise in Kohlenoxydgas über, wodurch Wärme gebunden und eine Temperaturerniedrigung veranlasst wird. Die vor der Form erzeugten heissen Gase steigen im Ofenschacht empor, geben dabei an die ihnen entgegenkommenden Schmelzmaterialien ihre

Wärme ab oder wirken auch auf oxydirte Bestandtheile derselben reducirend ein.

Je nachdem nun der Schmelzprozess eine blosse Wärmeerzeugung oder gleichzeitig eine reducirende Wirkung erheischt, kommt es darauf an, entweder das Brennmaterial möglichst zu Kohlensäure oder auch grossentheils zu Kohlenoxydgas zu verbrennen. Die Bildung von Kohlensäure, also die Entstehung einer höheren Temperatur, wird dadurch begünstigt, dass im Niveau der Form gleichzeitig möglichst viel Kohlentheile bei Anwesenheit von einer hinreichenden Luftmenge verbrennen und die gebildete Kohlensäure möglichst wenig Gelegenheit findet, durch Abgabe von Sauerstoff in Kohlenoxydgas überzugehen. Diese Bedingungen werden nahe erreicht, wenn man eine hinreichende Menge stark gepressten und erhitzten Windes auf ein dichtes Brennmaterial (S. 224), z. B. Cokes, Anthracit etc. einwirken lässt, welches letztere bei gleichem Volum der Kohlensäure eine geringere Oberfläche darbietet, als ein weniger dichter Brennstoff (z. B. Holzkohlen beim Kupoloofenbetrieb). Der im Ueberschuss vorhandene Sauerstoff greift leichter das Kohlenoxydgas an, als das dichte Brennmaterial. Kommt es gleichzeitig auf eine reducirende Wirkung an (Eisenhohofenprozess), so wird man ein lockereres Brennmaterial und weniger gepressten kalten Wind wählen, oder wenn ein dichterer Brennstoff verwandt werden muss, eine grössere Quantität davon gebrauchen, um die theilweise Umwandlung der anfangs gebildeten Kohlensäure in Kohlenoxydgas durch grössere Oberfläche zu begünstigen. Aus diesen Gründen bedarf's z. B. zum Umschmelzen derselben Roheisenmenge weniger Cokes, als Holzkohlen, dagegen mehr von ersteren und weniger von letzteren zur Darstellung derselben Menge Roheisen aus den Erzen.

Nur bei sehr stark gepresstem Wind und einer nicht hohen Kohlenschicht über der Form lässt sich ein lockeres Brennmaterial meist zu Kohlensäure verbrennen.

Sind auch alle günstigen Bedingungen zur Entstehung von Kohlensäure vorhanden, so lässt sich doch eine gleichzeitige Bildung von Kohlenoxydgas vor der Form niemals ganz ver-

meiden, wie TUNNER's neueste Versuche [1]) wieder erwiesen haben. Bei Temperaturberechnungen für die unteren Räume eines Ofens ist dieser Umstand zu berücksichtigen. Soll keine reducirende Wirkung ausgeübt werden, so geht der zur Reduction der Kohlensäure verwandte Kohlenstoff unnütz im Ofenschachte verloren und kann nur dadurch noch theilweise ausgenutzt werden, dass man die aus der Ofengicht entweichenden Gase noch weiter verwendet.

In den oberen Ofenräumen werden die Schmelzmassen vorbereitet, reducirt, gekohlt etc.; je mehr sie sich der Form nähern, um so mehr erweichen sie, reagiren auf einander, einzelne Bestandtheile scheiden sich aus, andere werden aufgelöst, die Verschlackung wird eingeleitet und es tritt vollständige Schmelzung ein, sobald die Massen die Form passiren. Die entstandenen Producte separiren sich dann innerhalb oder ausserhalb des Ofens nach ihren specifischen Gewichten und es kann noch im ersteren Falle bei hinreichend hoher Temperatur eine weitere chemische Reaction im Herde eintreten (Einwirkung von Brennmaterial und Gebläseluft, von Eisen auf Bleistein und kupferhaltige Schlacken etc.).

Wärmeverlust.

Während in Schachtöfen bei der unmittelbaren Berührung der Erze mit dem Brennmaterial die erzeugte Wärme ihrer Intensität nach zu sehr vollkommener Ausnutzung kommt, so ist dies weit weniger der Fall mit der entwickelten Wärmemenge, indem ein Theil durch die Ofenwände abgeleitet wird, ein anderer durch Kohlenoxydgasbildung verloren geht.

BUNSEN kam zu dem Resultate, dass von der im Eisenhohofen [2]) entwickelten Wärme 49,55 % durch Kohlenoxydgasbildung gänzlich verloren gehen, dass jedoch der Wärmeverlust, namentlich das zur Erhitzung der Gase nöthige Brennmaterial, noch 25,4 % nach einer ungefähren Berechnung, mithin der ganze Verlust bei dem bisherigen Eisenhohofenprozesse nicht weniger als 75 %, also $^3/_4$ des angewandten Brennmaterials beträgt. Bei Kupferschieferöfen [3]) gingen durch Kohlenoxydgasbildung 41,2 % und durch

1) Leobener Jahrb. Bd. IX, 1860. No. 15. B. u. h. Ztg. 1860. S. 207.
2) Bgwfd. I, 267, 355, 483. POGG. Ann. Bd. 46. S. 193.
3) Bgwfd. III, 257. POGG. Ann. 1840. No. 5 u. 8.

Erhitzen der entweichenden Gase 8,8 %, im Ganzen 50 % des Brennmaterials verloren.

Nach STAHLSCHMIDT [1]) entlassen die Eisenhohöfen unter günstigen Umständen die Hälfte, die aber, welche die Gichtgase nicht benutzen, meist $^2/_3$ der in ihnen entwickelten Wärme in die Luft. Auch von RIGAUD [2]) sind die Wärmeverluste bei der Eisenbereitung als nicht unbedeutend ermittelt.

Dieser Wärmeverlust lässt sich durch zweckmässige Benutzung der Gichtgase und Umgebung der gehörig starken Ofenwände mit schlechten Wärmeleitern vermindern.

Zweckmässigste Verbrennung

Mag nun ein Brennmaterial gewählt werden, welches man wolle, so empfiehlt es sich, seiner Beschaffenheit entsprechend die Windpressung und die Ofenweite so zu wählen, dass die Verbrennung möglichst im Niveau der Form stattfindet, weil alsdann die aufsteigenden Gase ihre Wärme vollständiger an die Schmelzmaterialien abgeben und kühler aus der Gicht entweichen. Gelangt durch irgend welchen Umstand, z. B. bei zu starker oder zu schwacher Windpressung, bei kaltem Winde etc. unzersetzte Luft über die Form, so pflanzt sich die Verbrennung nach oben fort; während im Schmelzraum die Temperatur sinkt, steigt dieselbe in den obern Schachttheilen, was für den Schmelzprozess unerwünscht sein kann und mit grösseren Wärmeverlusten verbunden ist, weil die Gase weniger abgekühlt aus der Gicht entweichen. Erfahrungsmässig gibt erhitzter Wind eine höhere Temperatur in dem tiefer gelegenen Verbrennungsraum und kühlere Gichtgase, kalte Gebläseluft das Umgekehrte. Unter Umständen kann aber dennoch die kalte Gebläseluft vor der heissen den Vorzug haben, wenn es nur geringerer Temperaturen im Schmelzraum bedarf.

Einfluss der Vorerhitzung.

Auf die im Schmelzraume herrschende Temperatur ist noch ausser der Grösse des Ofenquerschnittes daselbst der Umstand von Einfluss, ob die Schmelzmaterialien in mehr oder weniger vorbereitetem oder vorerhitztem Zustand in denselben gelangen.

1) Berggeist 1858. No. 12. p. 135. (S. auch No. 5, 6, 7, 8, 15, 22, 23.)
2) DINGL., Bd. 97. S. 39.

Je langsamer die heissen Gase im Ofenschachte aufsteigen und je mehr sie mit den Schmelzmaterialien in Berührung kommen, um so vollständiger geben sie die Wärme an dieselben ab, daher in höheren Oefen mehr als in niedrigen, in weiteren mehr als in engen. Je geringer die Wärmecapacität der Schmelzmaterialien ist, um so besser vorerhitzt rücken sie in den Schmelzraum ein und schmelzen um so leichter. Es betragen z. B. die Wärmecapacitäten von Eisenoxyd 0,165, Eisenoxyduloxyd 0,168, Quarz 0,188, Feldspath 0,191, Stahl 0,118, Eisen 0,114, Cokes 0,201, Holzkohle 0,242, Asche von Brennmaterialien 0,200, woraus sich ergibt, dass Holzkohlen und Cokes zur Erlangung einer bestimmten Temperatur mehr Wärme aus dem aufsteigenden heissen Gasstrom absorbiren müssen, als die anderen Stoffe, und Cokes weniger als Holzkohlen, weshalb erstere in einem mehr vorgewärmten Zustande in den Verbrennungsraum gelangen.

Einfluss der Wärmecapacität.

Brennmaterial.

Wegen ihres höheren pyrometrischen Wärmeeffectes (S. 283) wendet man in Schachtöfen meist verkohlte Brennstoffe an. Dieselben sind jedoch an manchen Orten ganz oder theilweise durch rohe Brennmaterialien mit günstigem Erfolge ersetzt, wenngleich dadurch Schwierigkeiten im Betriebe veranlasst worden.

Verkohlte Brennstoffe. Rohe Brennstoffe.

Das Interesse für diesen Gegenstand ist hauptsächlich durch die Berichte von BUTENIEFF [1]), COMBES und BERTHIER [2]) und CHEVALLIER [3]) erweckt worden, wenngleich schon in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts einige Versuche hierüber angestellt sind.

Der grössere Effect der unverkohlten Brennmaterialien bei Desoxydationsprozessen in Schachtöfen hat darin seinen Grund:

1) dass die flüchtigen Producte, welche bei der allmäligen Verkohlung der rohen Brennmaterialien entstehen, sich bei Dunkelrothglühhitze entwickeln, in welcher, allerdings

1) Ann. d. min. 3. sér. IV, 151.
2) Ann. d. min. 3. sér. VI, 461. ERDM., Journ. f. pr. Chem. VI, 231. DINGL., LIX, 36. Polyt. Centr. 1836. p. 294.
3) Ann. d. min. 3. sér. IX, 155.

unter Bindung von Wärme, schon eine reducirende Einwirkung auf das Schmelzgut stattfinden kann. Beim Verkohlen, z. B. des aus 40% Kohlenstoff und 60% Wasser bestehenden Holzes, werden durchschnittlich 26 Gew. % Kohlen ausgebracht, und beträgt somit die ganze Quantität der flüchtigen Producte 74 Gew. %. Nach EBELMEN enthalten die den Meilern mit einer Temperatur von 230—260° C. entströmenden Gase dem Volumen nach 6—15% Kohlenoxydgas und 5—14% Wasserstoff. Auch STAHLSCHMIDT [1]) hat auf die grossen Verluste an brennbaren Bestandtheilen bei der Verkohlung aufmerksam gemacht.

2) dass bei der allmäligen Verkohlung, welche das rohe Brennmaterial im Schachtofen bei völligem Luftabschlusse erleidet, mehr Kohle, als beim gewöhnlichen Verkohlungsprozesse ausgebracht wird und zur Nutzung kommt. Erfahrungsmässig wird die Temperatur im Ofenschachte bei Anwendung roher Brennmaterialien von oben niederwärts deprimirt, wodurch leichter Rohgang eintritt, zu dessen Verhinderung man sich der erhitzten Gebläseluft zweckmässig bedient. Nach EBELMEN pflegen die im Schachtofen selbst durch Verkohlung entstandenen Kohlen eine rissige und leicht zerdrückbare Beschaffenheit zu haben.

Es findet die Anwendung der rohen Brennmaterialien, namentlich des Holzes, ihre Grenze in dem starken Schwinden bei der Verkohlung, wodurch ein unregelmässiges Niedergehen der Gichten und bei entstehenden leeren Räumen zuweilen die Bildung explosiver Gase [2]) herbeigeführt wird.

Es kommen mit mehr oder weniger günstigem Erfolge bei Schachtöfen, namentlich bei Eisenhohöfen, zur Verwendung: Brände und rohes Holz [3]), Torf [4]), Stein-

1) Berggeist 1858. S. 135.

2) Ann. d. min. 3. sér. XVI, 254; XIX, 167. Bgwfd. V, 193. KARST., Arch. XVI, 269.

3) KARST., Arch. 2. R. XII, 408; XXV. Bgwfd. I, 354, 356; II, 145, 501; IV, 485. B. u. h. Ztg. 1853, p. 9; 1843, No. 21; 1852, p. 481. DINGL., XLI, 480; LXIV, 235, 397; LXI, 480; LXIX, 142; LXVIII, 441. ERDM., Journ. f. ök. Ch. XII, 337; XIV, 416; XVI, 275; XVII, 471. ERDM., Journ. f. pr. Ch. II, 337. Polyt. Centr. 1843. p. 545. LAMP., Fortschr. p. 23.

4) Bgwfd. I, 375; III, 189; IV, 412; VI, 285; VIII, 263, 321. B. u.

kohle[1]) und Anthracit[2]), erstere beiden gewöhnlich im Gemenge mit Holzkohlen.[3]) Aber auch bei der Gewinnung anderer Metalle wendet man rohe Brennstoffe an, z. B. beim Bleierzschmelzen in Tarnowitz Steinkohlen[4]), beim Kupfererzschmelzen auf sibirischen Hütten Holz[5]), beim Kupfererzschmelzen zu Boston Anthracit[6]) u. dgl. m.

In der neuesten Zeit sind vielfach Vorschläge gemacht worden, zur Verminderung der Wärmeverluste gasförmige Brennmaterialien mit Luft in die Schachtöfen zu leiten. Entscheidende Versuche liegen über diesen Gegenstand noch nicht vor, es fehlt aber nicht an theoretischen Betrachtungen dafür und dawider.[7])

Innere Gestalt der Schachtöfen.

Ueber die innere Gestalt der Oefen sind noch keine allgemein richtigen Grundsätze aufgefunden; eine unrichtig gewählte Ofengestalt und Windzuführung ist aber stets von unvortheilhaftem Einfluss auf Brennmaterialverbrauch, Ausbringen und oft auf die Qualität der Producte.

Bei Eisenhohöfen weichen die innern Formen weniger ab, als bei andern Oefen; für Bleiöfen ist von Vogl[8]) eine allgemein anwendbare Construction vorgeschlagen worden.

Es gibt prismatische, konische, ellipsoidische, umgekehrt konische, doppelt konische, kreisrunde und andere complicirter geformte Schächte. Diese Abweichungen sind hervorgerufen hauptsächlich durch die Beschaffenheit der Schmelzmaterialien, die zu erzeugende Temperatur, durch Erfahrung,

---

h. Ztg. 1843, No. 21; 1845, p. 297. Erdm., Journ. f. ök. Chem. XII, 337.

1) Erdm., Journ. f. pr. Chem. XVII, 417; XLII, 145. Karst., Arch. 2. R. XII, 407, 496, 520. Dingl., XLV, 282.

2) Bgwfd. I, 295, 485; VI, 186; VII, 126; VIII, 54. B. u. h. Ztg. 1843, p. 85, 964; 1853, p. 905. Dingl., LXVI, 316; LXVII, 235, 264; LXIX, 397. Ann. d. min. 3. sér. III, 71; IV, 127; XIV, 25.

3) Bgwfd. I, 355. Karst., Arch. 2. R. XXV.

4) Karst., Arch. 1. R. VIII, 103.

5) Erdm., J. f. ök. Chem. Bd. 17. S. 171.

6) B. u. h. Ztg. 1859. No. 36, 38.

7) Oester. Zeitschr. 1858. No. 31, 37; 1859. No. 1, 7, 8, 9, 12, 16, 18, 21. B. u. h. Ztg. 1859. S. 108, 196, 286, 319, 320, 420. Berggeist 1856. No. 12.

8) B. u. h. Ztg. 1855. No. 1.

indem man z. B. die sich nahe gleich bleibende Gestalt ausgeblasener Oefen zum Muster nahm, durch Gewohnheit und andere Umstände.

Oefen mit regelmässigem prismatischen Querschnitt und geraden Seitenwänden sind zwar einfach herzustellen und werden deshalb häufig angewandt, es bleiben aber die Schmelzmassen leicht in den Ofenwinkeln hängen, geben dadurch zu Unregelmässigkeiten im Ofengange Veranlassung, die Erzschichten drängen sich gern nach vorn, die Kohlen verbrennen an der Vorwand vergeblich, die aufsteigenden Gase entweichen, ohne ihre Wärme gehörig abzusetzen und reissen viel Flugstaub mit u. dgl. m. Besonders zeigen diese Uebelstände die trapezoidalen Oefen mit den spitzen Winkeln an den Futtern. Niedrigere Schachtöfen, bei welchen ein Hängenbleiben und Verschieben der Schmelzmaterialien weniger zu fürchten ist, haben meist diese Construction.

Dadurch, dass man der Formwand einige Böschung gibt, veranlasst man, dass die Beschickung immer vor der Form niedergeht, wobei die Ofenbrust und die Spur von Ansätzen frei bleiben, was zur Erhaltung eines regelmässigen Schmelzganges erforderlich ist. Bei zu starker Böschung der Formwand bleibt die Beschickung leicht hängen und fällt, indem die Kohlen vorgehen, nach der Vorwand zu.

Ganz cylindrische Oefen haben sich auch nicht hinsichtlich der Brennmaterialausnutzung und der Metallverflüchtigung bewährt. Desgleichen sind elliptische Oefen selten in Anwendung (ALGER's Hohofen [1]).

Am häufigsten findet man nach oben sich verengende Oefen mit oder ohne Zusammenziehung des Schmelzraums von verschieden combinirten Gestalten, je nachdem das Schmelzgut streng- oder leichtflüssiger ist und eine mehr oder weniger anhaltende reducirende Wirkung herbeigeführt werden soll oder nicht. Die Kegelgestalt mit kreisförmigem Querschnitt gewährt den Vortheil einer leichteren Construction, indem sie die Benutzung einer Chablone gestattet, welche sich in der Mitte des Ofens um eine Axe dreht. Ein Zusammen-

1) Polyt. Centr. 1858. S. 1137. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 156.

ziehen des Schachtes nach oben gestattet ein leichteres Niedergehen der Schmelzmassen, dabei eine Auflockerung, eine bessere Einwirkung reducirender Gase und die Erhaltung einer höheren Temperatur in den oberen Ofentheilen, aber nicht eine bessere Ausnutzung des Brennmaterials, indem die Gase rascher ausziehen und mehr Wärme mitnehmen, als bei einem sich nicht erweiternden Schacht. Bei weiterer Gicht ziehen in demselben Ofen die Gase langsamer und kälter, bei engerer Gicht heisser und rascher aus. Muss das Schmelzgut längere Zeit der reducirenden Einwirkung der Gase ausgesetzt werden, so empfehlen sich danach für dasselbe, bei hinreichender Auflockerung, weitere Ofengichten. Mit der Geschwindigkeit des ausziehenden Gasstromes wird die Flugstaubbildung reichlicher.

Ein solcher zusammengezogener Schacht hat entweder eine Kegelform oder bei senkrechter Ofenaxe ist die Vorwand in ihrer ganzen Höhe oder nur theilweise geneigt, oder auch die Brandmauer hat eine Neigung. Eine je stärkere Böschung man der Brandmauer gibt, um so mehr wird die reducirende Wirkung in den oberen Ofentheilen vermindert (Schwarzkupferofen zu Agordo).

Die Weite des Schmelzraumes hängt hauptsächlich von der darin hervorzubringenden Temperatur ab, und auf letztere sind hauptsächlich von Einfluss die Qualität des Brennmaterials, die Pressung und Temperatur des Windes, die Lage und Anzahl der Formen etc.

Bei dichtem Brennmaterial wendet man zur Hervorbringung gleicher Temperaturen bei derselben Windpressung einen engern Schmelzraum an, als bei weniger dichtem Brennmaterial und gibt demselben, wenn reducirende Wirkungen ausgeübt werden sollen, eine grössere Höhe, damit oberhalb desselben noch hinreichende Temperatur bleibt, um Kohlensäure zu Kohlenoxydgas zu reduciren.

Heisser Wind erfordert zum Hervorbringen derselben Temperatur einen grössern Querschnitt des Verbrennungsraumes, als kalte Luft, weil das Brennmaterial dem Eindringen der ersteren weniger Widerstand entgegensetzt als der letzteren. Auch muss, um von kaltem und heissem Winde gleiche Sauerstoffmengen in den Ofen zu blasen, bei Umänderung

des ersteren in letzteren auf eine Vergrösserung der Düse und der Form Rücksicht genommen werden.

Eine verstärkte Pressung kalten Windes erfordert im Vergleich zu weniger gepresstem kalten Wind zwar eine Vergrösserung des Verbrennungsraumes, allein diese kann weniger betragen, als bei heissem Wind, weil dessen mitgebrachte Wärme schon eine Temperaturerhöhung herbeiführt. Die Temperatur wächst, je kleiner der Querschnitt des Schmelzraums, je stärker die Windpressung und je höher erhitzt der Wind ist. Bei zu starker Windpressung wird die Verbrennung nach oben verpflanzt und die Flugstaubbildung sehr befördert. Der zu hohen Erhitzung des Windes setzt das Schadhaftwerden der Winderhitzungsapparate und der Ofenwände, sowie der häufig schädliche Einfluss auf das zu erzeugende Product eine Grenze und der Verengerung des Schachtes die Zerstörbarkeit der Ofenbaumaterialien durch die hohe Temperatur und die auflösende Wirkung der Schmelzmassen. Nicht selten gibt man, um letztere zu verringern, den Seitenwänden in der Formgegend eine Ausbauchung. Dadurch werden die Schmelzmassen mehr von den Wänden entfernt gehalten.

Es herrscht vor der Form die richtige Temperatur, wenn dieselbe etwas über dem Schmelzpunct der zu bearbeitenden Massen liegt. Es können aber besondere Umstände die Erzeugung einer höheren Temperatur veranlassen, als man braucht, z. B. wenn nur sehr dichtes Brennmaterial zu Gebote steht. In solchem Falle pflanzt sich, wenn man nicht Gegenmittel, z. B. erhöhten Erzsatz, anwendet, die Hitze leicht zu weit nach oben fort, veranlasst daselbst Sinterungen, in Folge dessen unvollständige Reduction, schlechten Schmelzgang, auch Metallverflüchtigung und Verringerung der Qualität der Producte.

Das Verhältniss der Grössenquerschnitte des Verbrennungsraums, des Schachtes und der Gicht hängt von der weiteren Benutzung der im Verbrennungsraum erzeugten Wärme ab. Ist die Substanz sehr strengflüssig, erfordert sie also das Vorhandensein einer hohen Temperatur im Schmelzraume (strengflüssige Eisensteine) und verlangt

sie dagegen oberhalb desselben eine weit unter der Schmelztemperatur liegende Hitze zur Vorbereitung (Reduction und Kohlung), so erweitert man den Schmelzraum nach oben, vertheilt dadurch die Hitze auf eine grössere Fläche im sogenannten Kohlensack und verlangsamt das Aufsteigen der Gase, sowie die zwischen Kohlensack und Schmelzraum liegende geneigte Fläche (Rast) das Niedergehen der Beschickung verzögert, so dass dieselbe längere Zeit der reducirenden und kohlenden Einwirkung der aufsteigenden Gase ausgesetzt ist. Der Kohlensack wird um so weiter und die Rast um so flacher genommen, je grösser die Differenz zwischen der Schmelz- und Vorbereitungstemperatur sein muss. Zu flache Rasten führen Versetzungen herbei. Oberhalb des Kohlensackes wird alsdann der Ofen wieder zusammen gezogen, um die in den aufziehenden Gasen noch enthaltene Wärme möglichst auszunutzen (Eisenhohofenconstruction). Zuweilen gibt man den Oefen, wenn keine Eisensteine verschmolzen werden, aber eine kräftig reducirende und theilweise kohlende Wirkung ausgeübt werden soll, an drei Seiten eine Rast und lässt die Vorwand gerade niedergehen (Ofen zum Verschmelzen eisenreicher oxydirter Kupfererze zu Perm Taf. IX. Fig. 216—218).

Kann die im Schmelzraum erzeugte Hitze sogleich der darüber liegenden Beschickung mitgetheilt und soll keine andauernde Reduction erzielt werden, wie beim Verschmelzen von Bleierzen, Kupfererzen etc., so behält man entweder die Weite des Verbrennungsraumes nach oben bei (Unterharzer Kupfer und Bleiöfen) oder zieht den Schacht in grösserer oder geringerer Entfernung über dem Verbrennungsraum zusammen, um oben im Schachte höhere Temperaturen zu erhalten (Oberharzer, Freiberger und Joachimsthaler Bleiöfen). Man verengt die Gicht um so mehr, je geringer die Temperatur im Schmelzraume ist und je mehr dieselbe oberhalb desselben zur Vorbereitung der Erze benutzt werden muss (Blauofenconstruction). Während z. B. strengflüssige Eisensteine enge Gestelle, weiten Kohlensack und weite Gichten verlangen, erfordern leichtflüssige Eisenerze zur Erzeugung von weissem Eisen bei niedriger Temperatur ein weites Gestell, engen Kohlensack und enge Gichten, damit eine hinreichende Wärme zur Reduction und Kohlung

der Erze oberhalb des Schmelzraumes bleibt und die Spannung und dadurch die reducirende Wirkung der Gase grösser wird.[1])

Je dichter sich die Erze zusammenlegen und einer je bessern Auflockerung sie deshalb bedürfen, um so enger macht man die Gicht (Verschmelzen mulmiger Brauneisensteine in Oberschlesien.)

VOGL[2]) empfiehlt für Bleiöfen grosse Tiefe des Ofens, grosse Breite an der Brandmauer, grosse Höhe, eine jähe Verengung von dem weiten Schmelzraume ab nach oben und eine geringe Pressung und Quantität des Windes, um die Producte möglichst rein auszuschmelzen und die Flugstaubbildung thunlichst zu vermeiden.

Oefen mit nach oben erweitertem Schachte, wie sie zur Roheisendarstellung von TRURAN[3]) empfohlen sind, haben sich noch keine allgemeinere Anwendung verschafft.

Höhe der Oefen.

Man theilt die Schachtöfen nach ihrer Höhe ein in Hohöfen von 14—60 Fuss und mehr, Halbhohöfen von 7—14 Fuss und Krummöfen von 4—7 Fuss Höhe, welche Klassification indessen nicht scharf ist.

Bei Bestimmung der Höhe eines Ofens ist zu berücksichtigen:

a) Die Beschaffenheit des Schmelzgutes. Höhere Oefen gestatten eine bessere Ausnutzung der Wärme und eine vollständigere Vorbereitung der Erze, als niedrigere, indem die aufsteigenden heissen und reducirenden Gase damit längere Zeit in Berührung bleiben. Strengflüssige, einer kräftigen Reduction bedürftige Erze (z. B. Eisensteine) erfordern deshalb höhere Oefen, als leichtflüssigere, und sie können um so niedriger sein, je weniger eine reducirende Wirkung beabsichtigt wird, die schädlich sein kann (Sauenbildung beim Verschmelzen gerösteter eisenoxydreicher Kupfer- und Bleierze, Bildung von zinkischen Ofenbrüchen etc.). Die durch hohe Oefen erzielte und mit erhöhter Production verbundene

1) TUNNER, über Construction der Eisenhohöfen für leichtflüssige Beschickungen, im Leobener Jahrbuch 1860. Bd. 9. No. 5. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 206.

2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 1.

3) B. u. h. Ztg. 1857. No. 27. Berggeist 1858. No. 46.

Brennmaterialersparung findet darin ihre Grenze, dass bei zu hoher Schmelzsäule im Ofen Erz und Brennmaterial zerdrückt werden und die Schmelzmassen sich so dicht auf einander legen, dass das Ausströmen der Gase behindert oder mindestens verzögert wird, in Folge dessen dieselben eine starke Spannung nach unten erhalten und den Verbrennungsprozess beeinträchtigen. Tunner[1]) hat ein einfaches Verfahren kennen gelehrt, mittelst manometrischer Beobachtungen die Spannung der Gase in den verschiedenen Ofenhöhen zu messen.

b) Die Beschaffenheit des Brennmaterials. Wie aus Vorstehendem hervorgeht, so lassen dichte, grobe Kohlen und Erze in gröberen Stücken eine grössere Ofenhöhe zu, als leichtzerreibliche Kohlen oder Brennmaterialklein und mulmige Erze. Je dichter das Brennmaterial, desto grösser muss die Windpressung sein; damit wächst die Lebhaftigkeit der Verbrennung und die Höhe der Temperatur. Zur vollständigen Ausnutzung derselben müssen alsdann auch die Oefen höher sein, als bei lockerem Brennmaterial; daher haben bei der Eisengewinnung Cokeshohöfen grössere Dimensionen, als Holzkohlenöfen. Unter Umständen aber, wenn z. B. die reducirende Wirkung der Gase auf ein Minimum gebracht werden muss, oder wenn aus dem Schmelzraum aufsteigende Dämpfe zu viel Ofenbrüche bilden würden u. dgl. m., so kommen auch bei dichterem Brennmaterial niedrigere Oefen zur Anwendung, wobei aber ein beträchtlicher Wärmeverlust nicht zu umgehen ist (Verschmelzen eisenoxydreicher gerösteter Kupfererze oder zinkischer Bleierze mit Cokes in Krummöfen oder Halbhohöfen).

c) Die Flüchtigkeit des auszubringenden Metalles. In niedrigen Oefen ist die Metallverflüchtigung grösser als in höhern, weil die Gase heisser und rapider ausziehen und die Metalldämpfe weniger Gelegenheit haben, sich in den oberen Ofenregionen in der Schmelzsäule wieder zu verdichten. Entstehen aber beim Schmelzprozess verschiedene flüchtige Substanzen in grösserer Menge, von denen man einen Theil durch Verflüchtigung aus der Gicht

---

1) Leobener Jahrb. 1860. Bd. 9. No. 15. B. u. h. Ztg. 1860. S. 208.

entfernen muss, damit nicht in zu reichlicher Menge, die Ofencampagnen abkürzende, Ofenbrüche sich bilden, — so können auch niedrigere Oefen zur Anwendung kommen (Verschmelzen blendehaltiger Bleierze am Unterharze).

Die Höhe der Oefen muss mit der Weite derselben im Schmelzraume und an der Gicht in einem gewissen Verhältniss stehen.

Zur Erhöhung der Roheisenproduction bei vermindertem Brennmaterialverbrauch hat man in neuerer Zeit vielfach eine Vergrösserung der Oefen vorgenommen, wodurch weniger die Höhe, als die Weite derselben alterirt ist. Erstere hat ihre Grenze dann erreicht, wenn die ausziehenden Gase nahezu die Temperatur der umgebenden Luft besitzen.

Ein- und mehrförmige Oefen.

Man hat ein- und mehrförmige Oefen. Bei den einförmigen liegt die Form gewöhnlich in der Mitte der Brandmauer oder auch wohl in einer Seitenwange. Sind zwei Formen erforderlich, so legt man dieselben entweder in die Hinterwand neben einander, oder nach der Brandmauer zu in die Wangen so einander gegenüber, dass dieselben neben einander weg- oder bei grösserer Weite des Schmelzraumes einander zublasen. Zuweilen ist dann die eine Form etwas nach hinten gedreht. Bei drei Formen bringt man je eine in den Ulmen und eine etwas höher gelegen in der Brandmauer an, oder man legt sie, was indess seltener geschieht, alle drei neben einander in die Hinterwand (Schwedische Suluöfen[1]). Es gibt 4förmige Suluöfen bei derselben Formlage. Oefen mit mehr als 3 oder 4 Formen kommen, ausser bei Eisenhohöfen, sonst nicht vor. Sind solche erforderlich, so leitet man den Wind in ein um den Ofen herum laufendes Rohr und aus diesem durch 4—14 Formen in den Ofen (SEFSTRÖM'sches Princip). Liegen zwei Formen in der Hinterwand, so theilt man wohl den Ofenschacht durch eine Zunge (Schachtscheider), welche bis auf einige Fuss über die Form hinabgeht, in zwei Räume, wobei alsdann unter Ersparung von Brennmaterial die Beschickung regelmässiger vor die Formen gelangt (Freiberger Doppelofen).

Die Anzahl der Formen hängt von der zuzuführenden

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 92.

Windmenge ab, und die Verbrennung findet um so gleichmässiger statt, je mehr Formen vorhanden sind. Folge davon ist ein regelmässiger Ofengang und die Entstehung einer höheren Temperatur. Mit der Anzahl der Formen wächst aber der Windverlust durch Undichtheiten und die Arbeit des Ueberwachens und der Reinigung der Formen. [1])

Einrichtung der Formen.

Die in der Formöffnung liegende Form (Kanne, Esseisen) ist ein aus Gusseisen, Kupfer, Schmiedeeisen, seltener aus Thon bestehender Körper, gewöhnlich von der Form eines nach der Axe halb durchgeschnittenen Kegels (Taf. VIII. Fig. 186). Man nennt die ebene Seite der Form *a* Formblatt, Formboden, den grössten Halbkreis *b* Busen, Bauch, Brust und den verjüngten Theil *c* Formrüssel, Formmaul, Formauge, bald mit kreisrunder oder ovaler, bald mit halbrunder Oeffnung. Auf dem Boden der Form liegt das konische Ende der mit dem Gebläse in Verbindung stehenden Windleitung, die Düse, Deupe oder Deute *d*. Düse und Form sind von einander getrennt, weil man den Schmelzgang durch die Windeinströmungsöffnung beobachten, durch Veränderung der Düsenlage dem Winde rasch eine andere Richtung geben und die Form von Zeit zu Zeit reinigen, repariren oder erneuern muss. Die thönernen Formen, welche wohl bei schwedischen Eisenhohöfen vorkommen, gestatten eine leichte Veränderung der Dimensionen. Nur selten fehlt die Form ganz und die Formöffnungen im Gemäuer werden mit Thon ausgekleidet (sächsische Zinnöfen).

Man unterscheidet hauptsächlich nachstehende Arten von Formen:

Einfache Formen.

a) Einfache Formen, am gewöhnlichsten von der in Fig. 186 dargestellten Gestalt. Zur bessern Verbreitung des Windes bringt man wohl in der Mündung der Form eine Scheidewand an, so dass zwei gegen einander stossende Ströme entstehen. [2]) Auch gibt man zu demselben Zweck der Form eine mundförmige Oeffnung, die sich gegen die beiden Enden um das Doppelte erweitert. Lässt man gleich-

1) Oester. Zeitschr. 1860. No. 24 u. 25. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 244. No. 30.

2) Hartm., Ergänzungsheft zu Valerius' Roheisenfabrikation 1853. S. 74.

zeitig die Mitte des verengten Mundes gegen die beiden Enden etwas vortreten, so breitet sich der Wind strahlenförmig aus.[1])

b) Wasserformen, Formen mit doppelten Wänden, zwischen denen kaltes Wasser circulirt, wodurch, namentlich bei erhitztem Winde, die Form vor dem Verbrennen geschützt und das Ofengestell conservirt wird. Die Formen haben entweder eine konische Gestalt (Taf. VI. Fig. 143 und 144 *T*; Taf. VIII. Fig. 191: *abcd* Form, *t* Wasserzufluss, *t'* Wasserabfluss) oder die Gestalt eines halbdurchgeschnittenen abgestumpften Kegels (Taf. VIII. Fig. 187—190, Wasserform eines Bleiofens zu Poullaouen[2]).

Wasserform.

Man hat bei solchen Formen Einrichtungen, durch welche ein Zeichen gegeben wird, wenn es an Wasser fehlt.[3]) Beim Leckwerden einer Wasserform können gefährliche Explosionen entstehen.[4]) Andrieu[5]) zieht schmiedeeiserne Wasserformen solchen aus Kupfer und Gusseisen vor, wenn sehr stark erhitzter Wind zur Anwendung kommen soll.

Die Wasserformen von den angegebenen Constructionen sind schwierig aus Schmiedeeisen herzustellen und werden bei der bedeutenden Wassermenge, welche darin circulirt, häufig von Pfannenstein incrustirt. Zur Vermeidung dieser Uebelstände gibt Haag[6]) eine andere Construction an, wobei eine gewöhnliche Form von einem spiralförmig gewundenen Rohr umgeben ist, in welchem den ganzen Tag dieselbe Wassermenge circulirt; man braucht nur jeden Morgen das fehlende Wasser nachzugiessen (Taf. VIII. Fig. 192).

c) Formen mit Luftkühlung.[7]) Dieselben haben die Gestalt kupferner Wasserformen (Taf. VIII. Fig. 193); bei *a* tritt die kalte Luft ein, circulirt um die Zunge *b*, gelangt durch Oeffnungen *c* in den innern, mit einem Ventil *f* geschlossenen Raum *d* und strömt bei *e* in den Ofen.

Formen mit Luftkühlung.

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 106.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 350.
3) Polyt. Centr. 1857. No. 10. p. 672.
4) Schles. Wochenschr. 1859. No. 23. B. u. h. Ztg. 1860. S. 38.
5) B. u. h. Ztg. 1855. S. 199.
6) Polyt. Centr. 1859. No. 3. S. 190.
7) B. u. h. Ztg. 1855. No. 13. S. 105.

Mit der Abkühlung dieser in **Kongsberg** gebräuchlichen Form ist gleichzeitig eine Winderhitzung verbunden. Ein ähnliches Princip ist von JOPLING [1]) zur Anwendung gebracht.

Geschlossene Formen.

d) **Geschlossene Formen.** [2]) Der Raum zwischen Form und Düse bleibt gewöhnlich offen, so dass man zu jeder Zeit durch denselben in den Ofen sehen kann. Da aber bei dieser Einrichtung durch Zurückprallen des Windes leicht Verluste an diesem entstehen, und bei heissem Wind der Aufenthalt unter dem Formgewölbe lästig wird, so wirft man den Zwischenraum entweder mit Thonbatzen zu, oder die bewegliche Düse wird durch einen Mechanismus luftdicht in die Form eingelegt oder man schiebt bei festliegender Düse zwischen diese und die Form einen Eisenring. Derartige Vorrichtungen nennt man **geschlossene Formen.** Die üblichste Einrichtung besteht darin, dass man mittelst einer Zahnstange *c* (Taf. VIII. Fig. 194, 195) zwischen die Düse *a* und die Form *b* den beweglichen Eisenkranz *d* schiebt. Die Zahnstange wird mittelst des Laufrades *e* und des kleinen Stirnrades *f* bewegt. Die Form kann eine einfache, oder, wie gewöhnlich, eine Wasserform sein.

Muss die Form gereinigt werden, so zieht man den Eisenkranz *d* zurück, oder man bringt im Niveau der Form an der Rückseite der Düsenvorrichtung eine mit einer dicken Glasscheibe und einem Blechdeckel verschlossene Oeffnung an, durch welche man die Form beobachten und bei abgestelltem Wind auch reinigen kann.

Lage der Form.

Von wesentlichem Einflusse auf den Schmelzgang ist die **Lage der Form** (ob horizontal, stechend, ansteigend, mit der Hinterwand egal, in den Ofen mehr oder weniger hineinragend etc.) und ihre Höhe über dem Sohlstein.

Bei **hoher Formlage** rückt der Schmelzpunct nach oben, die Beschickung tritt rascher und weniger vorbereitet in den Schmelzraum ein und heissere Gase entströmen der Gicht,

---

1) Polyt. Centr. 1855. p. 554.
2) Polyt. Centr. 1853. p. 1181. KARST., Arch. II. R. XXV, 560. B. u. h. Ztg. 1853. p. 577. LAMP., Fortschr. p. 180. VALERIUS, Handb. der Roheisenfabrikation, deutsch von HARTMANN. Freiberg 1851. p. 286.

während die unter der Form auf dem Boden angesammelten geschmolzenen Massen zwar den chemischen Einwirkungen entzogen werden, aber mehr oder weniger leicht erstarren. Durch Neigung der Form und Herstellung einer weniger geneigten Sohle lässt sich diesem Ersteren entgegenwirken, es können aber dadurch wieder andere Uebelstände herbeigeführt werden. Bei stark geneigtem Boden entziehen sich die geschmolzenen Massen rascher dem Einfluss der Hitze vor der Form und eilen der Brust zu, wo sie dann mehr oder weniger schnell abgekühlt werden, je nachdem sie sich in einem Sumpfe noch innerhalb (Tiegelöfen), oder ausserhalb (Spuröfen), oder inner- und ausserhalb des Ofens (Sumpföfen) ansammeln.

Bei zu tiefer Formlage rückt der Schmelzpunct nach unten, die Massen unter der Form bleiben in höherer Temperatur und können noch weitere chemische Umänderungen erfahren, während sich die Schmelzhitze weniger nach oben verbreitet und das Schmelzen verlangsamt wird. Eine etwas ansteigende Form kann eine zu tiefe Formlage theilweise corrigiren.

Bei der dem Zweck der Schmelzung entsprechenden richtigen Höhe der Formlage wird die Form gewöhnlich horizontal in die Formöffnung eingelegt und wohl durch feuerfeste Masse (S. 366) festgekittet.

Eine zu stark stechende Form hat ähnlichen Einfluss, wie eine zu tiefe Formlage, und eine ansteigende Form entspricht einer zu hohen Formlage.

Ein geringes Stechen wirkt einem zu raschen Erstarren der geschmolzenen Massen in der Spur entgegen, z. B. bei basischen Beschickungen, und durch ein geringes Ansteigen lässt sich das Schmelzen beschleunigen (Kupferfrischen). Bei Darstellung von Roheisen zur Giesserei gibt man wohl der Form bis 10° Ansteigen, wodurch die Gichten rascher herunter geholt werden und hitziges Eisen erfolgt. Bei horizontaler oder etwas geneigter Lage der Form wird das Eisen leichter entkohlt, und solches Roheisen eignet sich besser zur Stabeisenfabrikation.

Um den Schmelzpunct mehr nach der Brandmauer, nach der Mitte oder nach der Brust hin zu verlegen, lässt man die

Form entweder gar nicht oder mehr oder weniger tief in den Ofen hineinragen.

So treten wohl bei Eisenhohöfen, worin die Form weniger angegriffen wird, als beim Verschmelzen geschwefelter Erze, gusseiserne Wasserformen bis 6 Zoll in das Gestell hinein, wodurch unter Brennmaterialersparung der Schmelzpunct in die Mitte verlegt wird.[1])

Durch stärkere Windpressung könnte man zwar dasselbe erreichen, allein das Gestell wird alsdann leichter an der Form zerstört und man verbraucht mehr Kohlen. Bei den Oberharzer Schlieg- und Steinöfen liegt z. B. die Form horizontal und mit der Formwand egal, beim Unterharzer Glättfrischofen ragt sie bei 1° Fall 3 Zoll in den Ofen hinein und beim Kupferfrischofen wird sie mit 2—4° Ansteigen mit der Hinterwand egal gelegt; bei den Harzer Eisenhohöfen kommt ein Ansteigen der Form bis zu 10° vor.

Bei Formen mit Obermaul, welche in Eisenfrischherden angewandt werden, ragt der obere Theil des Formmaules um ein oder mehrere Linien vor dem unteren hervor, wobei der Wind weniger nach oben bläst und Brennmaterial erspart wird.

Je nach dem zuzuführenden Windquantum muss die Form enger oder weiter sein. Bei zu engen Formen entsteht eine stärkere Windpressung, in Folge dessen leicht Wind zurückprallt und die Verbrennung sich weiter nach oben zieht, was einen Einfluss auf Brennmaterialverbrauch, Schmelzgang und Qualität des Productes haben kann. Zu weite Formen schmelzen leichter weg, die Windpressung wird vermindert und dadurch die Verbrennung ebenfalls zu weit nach oben geführt; auch wird die Nasenführung erschwert. Müsste bei dem Erforderniss einer grossen Windmenge die Form sehr weit werden, so wendet man lieber mehrere engere Formen an.

Eintheilung der Oefen nach dem Zumachen.

Die Arbeit, durch welche man dem untersten Theile des Ofens, dem Herde, die beim Schmelzen erforderliche Gestalt gibt, nennt man das Zumachen oder Zustellen. Zur Schonung des Herdes, des Theiles unter der Form, welcher vom

1) Oester. Zeitschr. 1860. S. 198, 206.

Schmelzgute meist sehr stark angegriffen wird, überkleidet man diesen Raum mit feuerbeständigen Substanzen. Gewöhnlich bringt man auf den Sohlstein 3 Lagen über einander, die erste von Schlacken (Schlackensohle) behuf Ableitung der Feuchtigkeit, darauf eine Lehmsohle und zu oberst eine Gestübbesohle.

Zuweilen fehlt eine der beiden ersten Lagen, auch wohl die dritte, in welchem letzteren Falle das Schmelzen auf dem Sohlsteine stattfindet (Eisensteine, Kupferschiefer, Zinnerze). Die feuerfesten Unterlagen können je nach dem zu erreichenden Zwecke auf verschiedene Weise eingestampft werden, und zwar so, dass die vor der Form niedergeschmolzenen Massen sich in einer Vertiefung (Tiegel, Sumpf) ganz innerhalb des Ofens (Tiegelöfen), oder ganz ausserhalb desselben (Spuröfen), oder gleichzeitig innerhalb und ausserhalb desselben (Sumpföfen) ansammeln.

Tiegelöfen.

1) Die Tiegelöfen erhalten eine kesselförmige Vertiefung, von deren tiefstem Puncte man mittelst eines mit einem Thon- oder Gestübbepfropfen verschliessbaren Canals (Stich) die geschmolzenen Massen in eine oder mehrere vor dem Ofen gelegene, aus Gestübbe geschlagene Behälter (Stichtiegel, Vortiegel) ablässt, in welchen sie sich nach ihrem specifischen Gewichte separiren. Befindet sich am oberen Rande des Tiegels eine Oeffnung in der Vorwand zum Abfliessen der Schlacke, so nennt man den Ofen einen Tiegelofen mit offener Brust (Augentiegelofen); fliesst die Schlacke beim Abstechen der geschmolzenen Metallmassen mit durch den Stich, einen Tiegelofen mit geschlossener Brust (Stichtiegelofen).

In derartig zugemachten Oefen findet eine gute Ausnutzung der Wärme und eine kräftig reducirende Wirkung statt, weil die im Schmelzraum erzeugten Gase, ohne durch die geschlossene Brust entweichen zu können, vollständig im Schachte in die Höhe ziehen müssen. Ferner erleiden diese Oefen dadurch weniger Abkühlung, dass nicht — wie bei anderen Oefen durch die fortwährend ausströmende Schlacke, das zeitweilige Durchblasen des Windes, die beim Reinigen des Herdes herausgezogenen Kohlen etc. — Wärme unnütz vergeudet wird. Die Arbeiter leiden weniger von der Hitze,

haben weniger Anstrengung wegen fehlender Arbeiten im Herde, die Production ist grösser, man braucht beim Abstechen das Gebläse nicht abzustellen, die Schlacke ist hitziger und metallärmer, namentlich freier von mechanisch beigemengten metallhaltigen Producten, die geschmolzenen Producte separiren sich vollständiger u. dgl. m.

Dem entgegengesetzt haben diese Oefen die ihre sonst empfehlenswerthe Anwendung beschränkende Schattenseite, dass im Herde entstandene Ansätze sich nicht ausräumen lassen, was auf die Dauer der Schmelzcampagnen von grossem Einflusse ist, dass durch die kräftige Reduction die Bildung von Eisensauen begünstigt wird, und dass unterhalb der Form noch eine chemische Einwirkung, z. B. durch die Gebläseluft, auf die geschmolzenen Massen stattfinden kann.

Man wendet dieselben deshalb hauptsächlich für strengflüssigere Erze an, welche einer kräftigen Reduction bedürfen und wenig geneigt sind, Eisensauen und Ansätze zu bilden (Verschmelzen der Eisensteine in Blauöfen, wenn es nicht erforderlich ist, jeder Zeit Eisenvorrath für die Giesserei zur Disposition zu haben), dann auch wohl für Erze, welche zu ihrer Reduction eine hohe Temperatur und viel reducirende Gase erfordern (Zinnerze), wobei jedoch die nicht zu umgehende Bildung von Eisensauen und damit in Verbindung stehende kürzere Schmelzcampagnen, sowie der schädliche Einfluss des Gebläsewindes auf das Metall Uebelstände bleiben. Zuweilen werden geröstete Bleierze in Tiegelöfen verschmolzen, (Stolberg, Belgien), wo man dann aber die Beschickung durch reichliche Zuschläge von Eisenfrischschlacken sehr leichtflüssig macht; verhältnissmässig kurze Schmelzcampagnen lassen sich dabei aber wegen Ansatzbildung nicht vermeiden. Dem Verschmelzen der Kupfererze in solchen Oefen wirkt der meist nicht fehlende Gehalt an Eisenoxyd entgegen, welches, anstatt verschlackt zu werden, sich theilweise reducirt und Ofensauen in reichlicher Menge bilden würde. Die kein oxydirtes Eisen vorfindende Kieselsäure, welche sich zu sättigen bestrebt ist, löst dann mehr von dem auszubringenden Metall und den Ofenwänden auf.

Beim Schwarzkupferschmelzen zu Atvidaberg und Fahlun stellt man auf die Weise eine Art Tiegelofen

her, dass man die Brust bis auf ein Auge mit Sand verschliesst, den man wegnimmt, wenn Schlacke abgelassen und Ansätze ausgeräumt werden sollen. Dann wird die Brust wieder mit Sand geschlossen.

Beispiele.

a) Tiegelöfen mit geschlossenem Auge oder geschlossener Brust. Blauofen (Taf. VIII. Fig. 197). *a* Fundament. *b* Rauhgemäuer. *c* Kernschacht. *d* Füllung. *e* Stichöffnung *f* Formen. *g* Formgewölbe.

b) Tiegelöfen mit offenem Auge. Sächsischer Versuchs-Zinnschmelzofen (Taf. VIII. Fig. 198). *a* Fundament. *b* Rauhgemäuer. *c* Elliptischer Kernschacht. *d* Brandmauer. *e* Vorwand. *f* Tiegel, Tümpel oder Sumpf. *g* Gestübbesohle. *h* Form. *i* Formgewölbe. *k* Auge. *l* Stichtiegel. *m* Stich.

c) Stolberger zweiförmiger Bleiofen (Taf. VIII. Fig. 196). *a* Ofenschacht. *b* Vorwand. *c* Herdtiegel. *d* Wasserform. *e* eiserner Kasten, durch welchen zur Kühlung der Wand Wasser strömt. *f* Beschickungsboden. *g* Aufgebeöffnung. *h* Schlot. *i* horizontaler Canal, welcher in einen vertikalen Canal und dieser wieder in den Hauptcanal *k* zur Condensation der Bleidämpfe mündet.

Spuröfen.

2) Spuröfen, bei denen der Sammelraum für die geschmolzenen Producte ausserhalb des Ofens liegt. Die vor der Form niedertröpfelnden Massen fliessen auf einer stark geneigten Gestübbesohle nur durch eine einzige oder abwechselnd durch eine von zwei in der Vorwand ausgesparten Oeffnungen (Augen) in einen oder abwechselnd in zwei vor der Vorwand liegende Tiegel. Die Schmelzmassen treten entweder durch das oder die offenliegenden Augen von oben in den oder in die Vortiegel (Spuröfen mit offenem Auge), oder dieselben gelangen durch einen verdeckten, im Gestübbe hergestellten Canal aus dem Innern des Ofens von unten in den Vortiegel (Spuröfen mit verdecktem Auge). Oefen mit zwei Augen nennt man Brillenöfen.

Der Vortiegel ist entweder aus Gestübbe in einem Vorherde ausgehöhlt und die geschmolzenen Massen werden aus demselben in einen auf der Hüttensohle aus Gestübbe hergestellten Stichherd oder in eine eiserne Pfanne abgestochen (z. B. Oberharzer Kupferfrisch- und Glättefrisch-

ofen), oder die geschmolzenen Massen fliessen sofort durchs Auge in die Stechherde (Brillenöfen).

Diese Ofenconstruction empfiehlt sich besonders bei allen solchen Schmelzprozessen, wo gewisse Eigenschaften der Schmelzproducte, z. B. grosse Oxydirbarkeit, die möglichst rasche Entfernung derselben aus dem Schmelzraume wünschenswerth machen (Kupfer- und Glättefrischen). Die Spuröfen mit verdecktem Auge lassen auch eine Einwirkung der Luft auf die Producte ausserhalb des Ofens nicht zu, während eine solche bei den Spuröfen mit offenem Auge stattfindet, verhüten auch ein Durchblasen des Windes durch das Auge und werden wohl bei Darstellung flüchtiger und sehr leicht oxydirbarer Metalle angewandt (Glättefrischen). Das Zumachen von Oefen der letzteren Einrichtung ist indess etwas complicirt, weshalb man sich statt derselben auch wohl der Sumpföfen bedient (Clausthaler Glättefrischöfen).

Die Spuröfen halten Wärme und reducirende Gase ähnlich zusammen, wie Tiegelöfen mit offenem Auge, wodurch zwar Brennmaterialersparung, aber auch durch unerwünschte Reduction von Eisenoxyd Ofensauen entstehen können, deren Ausräumung grosse Schwierigkeiten macht. Die Ersparung an Brennmaterial wird dadurch wieder aufgewogen, dass die fortwährend aus dem Ofen fliessende Masse demselben viel Wärme entzieht. In Tiegel- und Sumpföfen wirkt die glühende Sohle brennmaterialersparend.

Ferner geht die Separation der geschmolzenen Massen ausserhalb des Ofens bei der herrschenden niedrigeren Temperatur weniger vollständig vor sich, als bei Tiegel- und Sumpföfen im Innern derselben, und in Folge dessen entstehen metallreichere Schlacken, welche nochmals durchgesetzt werden müssen und dadurch zu unnöthigem Brennmaterialaufwand Veranlassung geben.

Es eignen sich danach diese Oefen hauptsächlich nur zur Erzeugung von leichtoxydirbaren Metallen (Glättefrischen) und Legirungen (Kupferfrischen), wobei wenig Ansätze entstehen und bei einer grossen Differenz zwischen den specifischen Gewichten der Schmelzproducte die Separation derselben auch ausserhalb des Ofens vollständiger vor sich geht (Schlacken von Frischblei und Frischstücken).

Zum Verschmelzen der Zinnerze (Sachsen, Böhmen) wendet man meist Spuröfen mit einem offenen Auge an, um eine kräftig reducirende Wirkung zu haben und das reducirte Zinn so rasch als möglich dem schädlichen Einflusse der Gebläseluft zu entziehen. Uebelstände dabei bleiben immer zinnreichere Schlacken und die Bildung von, den Schmelzgang und die Dauer der Ofencampagnen beeinträchtigenden Eisensauen. Je reicher an Eisenoxyd das Zinnerz ist, desto niedriger müssen die Oefen sein, um die reducirende Wirkung zu schwächen.

Das Verschmelzen eisenarmer Kupfererze und Kupfersteine in Spuröfen mit zwei Augen (Brillenöfen) kann unter Umständen Vortheile vor deren Verschmelzung in Sumpföfen bieten. Erstere gestatten bequemeres Arbeiten, rascheres Schmelzen, also erhöhte Production, eine Ersparung des Vorherdes und damit an Gestübbe und Brennmaterial zum Abwärmen, in Folge der kräftigeren Reduction frühere Entstehung von metallischem Kupfer etc. Die Abgänge (Schlacken) fallen theilweise aber immer metallreicher aus und erfordern ein nochmaliges Durchschmelzen. Je ärmer das Schmelzgut an Eisenoxyd ist, um so höhere Oefen kann man anwenden, was zu Brennmaterialersparungen führt. Aus diesem Grunde lassen sich erdenreiche, eisenarme Kupferschiefer in höheren Brillenöfen verschmelzen (Mansfeld, Riechelsdorf) als die Oberharzer Kupferkiese, welche einen schon grössern Schwefelkiesgehalt besitzen. Die an Schwefelkies sehr reichen Rammelsberger Kupfererze taugen aus diesem Grunde nicht für den Spurofen.

a) Spuröfen mit einem offenen Auge. Beispiel.

Oberharzer Kupferfrischofen (Taf. VIII. Fig. 199, 200). *a* Rauhgemäuer. *b* Kernschacht. *c* Gemauerter Nasenstuhl. *d* Vorwand. *e* Gestübbesohle. *f* Spur. *g* Spurtiegel. *h* Stich. *i* Frischpfanne von Eisen. *k* Vorherd. *m* Form.

Sächsischer Zinnschmelzofen (Taf. VIII. Fig. 201, 202). *a* Rauhgemäuer aus Gneis oder Granit. *b* Kernschacht von Granit. *c* Vorwand. *d* Futtermauern. *e* Brandmauer. *f* Ofensohle aus Granit (Spund). *g* Form. h Auge, aus Lehm ausgeschnitten. *i* Vortiegel. *k* Vorherd, aus Granitplatten gebildet und nach innen theils mit Lehm *l*, theils

mit Gestübbe überkleidet. *m* Stichcanal. *n* Stechherd von Granit, mit Lehm überzogen, oder von Gusseisen, mit einer Feuerung darunter. *o* geneigte gusseiserne Platte (Schleppe). *p* Gusseisenplatte, welche den Vorherd begrenzt. *q* Schlacken trifft. *r* Sumpf, mit Wasser gefüllt, zur Aufnahme der Schlacken.

b) Spuröfen mit zwei offenen Augen (Brillenöfen).

Mansfelder Kupferschieferofen (Taf. VIII. Fig. 203, 204). *a* Kernschacht, aus feuerfesten Ziegelsteinen. *b* Rauhgemäuer. *c* Füllung. *d* Rast aus Sandstein. *e* Gestell aus Sandstein. *f* Bodenstein, ein um 10° geneigter Sandstein, welcher auf einem Schlackenbett und dieses wieder auf dem Fundament aus Mauerwerk ruht. *g* Brust, von einem sehr flachen Sandsteingewölbe getragen, dessen Schlussstein 0,55 M. über dem Bodenstein liegt. *h* Damm- oder Wallstein, ein 0,63 M. langer und 0,45 M. hoher Sandstein, welcher die Oeffnung unter der Brust in der Weise verschliesst, dass oberhalb und zu beiden Seiten desselben Zwischenräume bleiben. Dieselben sind während des Betriebes mit feuerfestem Thone verschlossen, nur lässt man auf der Sohle der Seitenöffnungen die Augen *i* zum Abfluss von Stein und Schlacken. *k* Spur. *l* Spurtiegel. *m* gusseiserne Wasserformen. *n* Formgewölbe. *o* Arbeitsgewölbe. *p* Oeffnung zum Chargiren.

Oberharzer Brillenöfen (Taf. VIII. Fig. 205, 206). *a* Fundament. *b* Rauhgemäuer. *c* Kernschacht. *d* Brandmauer. *e* Vorwand. *f* Lehmsohle. *g* Gestübbesohle. *h* Form. *i* Vorsetzstein. *k* Spur. l Spurtiegel. *m* Trittstein. *n* Sohlstein.

c) Spuröfen mit einem verdeckten Auge.

Aelterer Oberharzer Glättefrischofen (Taf. VIII. Fig. 207, 208). *a* Fundament. *b* Sohlstein. *c* Kernschacht. *d* Brandmauer. *f* Gestübbesohle. *g* Spur. *h* Spurtiegel. *i* Form. *k* Vorherd. *l* Rauhgemäuer. *m* Stechherd. *n* Frischbleiformen. *o* Hartbleiformen. *p* Trittstein.

Sumpföfen.

3) Sumpföfen, bei denen sich die geschmolzenen Massen sowohl innerhalb, als auch ausserhalb des Ofens ansammeln. Es wird zu diesem Zwecke vor der Vorwand ein aus eisernen Platten (Blechen, Herdblechen, Vorherd-

platten) oder Steinen (Herdsteinen) oder Mauerwerk gebildeter und mit Gestübbe zum Theil tiegelförmig ausgeschlagener Kasten (Vorherd) angebracht, dessen Vertiefung (Vortiegel) mit dem Sammelraume im Innern durch eine Rinne (Spur) in Communication gesetzt wird. Den vereinigten Sammelraum nennt man Sumpf. Am tiefsten Puncte des Vortiegels befindet sich ein mit einem Gestübbepfropf verschliessbarer Canal (Stich) zum Ablassen der geschmolzenen metallischen Massen in einen zur Seite liegenden Stechherd, während die Schlacke gewöhnlich oben aus dem Vortiegel auf einer aus Gestübbe geschlagenen, geneigten Ebene (Schlackentrifft) abfliesst. Es gibt jedoch auch Sumpföfen ohne Stechherde (Eisenhohofen, Kupoloofen), wo man das geschmolzene Metall gleich aus dem Vorherde ausschöpft. Der Vorherd reicht entweder bis zum Niveau der Form oder ist niedriger.

Das Messen der Höhendimensionen der Sumpföfen geschieht gewöhnlich von der oberen Kante des den Vorherd umschliessenden Herdbleches ab, weil die Lage des Sohlsteins sich ändern kann.

Die Sumpföfen sind von allen Schachtöfen am häufigsten angewandt, weil sie ein Ausräumen von Ansätzen aus dem Herde gestatten und dadurch eine längere Dauer der Schmelzcampagne zulassen.

Durch Entweichen von Gasen unter der Ofenbrust hervor kann zwar ein Verlust an Wärme und reducirender Kraft entstehen, derselbe lässt sich aber dadurch vermindern, dass man in den geschmolzenen Massen im Sumpf vor der Vorwand durch aufgeworfene Kohlenlösche, übergedeckte Schlackenplatten etc. die Wärme zusammenhält und die Brust tiefer in das die Spurwände bildende Gestübbe hinabreichen lässt. Je mehr Ansätze, z. B. bei basischen Beschickungen, auszuräumen sind, um so weniger tief lässt man die Vorwand hinabgehen und um so weiter macht man die Spur (Schwedische Suluöfen, beim Verschmelzen von Kupfererzen und blendigen Bleierzen). Entwickeln sich bei einem Schmelzprozess Metalldämpfe, welche geneigt sind, an dem obern Ofentheile Ofenbrüche zu bilden, so lässt man wohl die Brust mehr offen, damit ein Theil dieser Dämpfe unter derselben ent-

weichen kann, was allerdings mit Wärmeverlusten verbunden ist (Verschmelzen zinkischer Blei- und Kupfererze).

Eine eigenthümliche Vorrichtung an Sumpföfen (Unterharzer Bleierzöfen) ist der Zinkstuhl, ein über der Spur hergestellter und mit kleinen Kohlen gefüllter Raum zur Aufnahme und Reduction von hineingeblasenem Blei- und Zinkoxyd.

Beispiele

a) Aelterer Oberharzer zweiförmiger Bleiofen mit Flugstaubkammern (Taf. IX. Fig. 209, 210).

a Gemauertes Fundament. *b* Rauhgemäuer. *c* Kernschacht. *d* Brandmauer. *e* Vorwand. *f* Lehmsohle. *g* Gestübbesohle. *h* Form. *i* Vorherd. *k* Sumpf. *l* Vortiegel. *n* Stich. *o* Stichherd. *p* Sohlstein. *q* Rauchmantel. *r* Räumloch. *s* Aufgebeöffnung. *t* Flugstaubkammern. *u* Vorsetzstein. *v* Flammloch.

Fig. 211 stellt den Herd eines neueren einförmigen Ofens im Grundriss in grösserem Massstabe dar. *a* Rauhgemäuer. *b* Hinterwand. c Futtermauern. *d* Vorderwand. *f* Vorwand. *i* Formgewölbe. *k* Formöffnung. *l* Form. *m* Stich. *w* Herdbleche, den Vorherd bildend. *x* Trittstein. *z* Gestübbe. *a'* Spur. b' Vortiegel. c' Stechherd, mit Gestübbe ausgeschlagen. *d'* Werkbleipfannen.

b) Freiberger Doppelofen zum Bleierz- und Rohschmelzen (Taf. IX. Fig. 212—215). *a* Hauptanzucht. *b* Kreuzanzucht in der Grundmauer *c*. *d* Brandmauer. *e* Steinpfeiler. *f* Futtermauer. *g* Stirn- oder Vorwand. *h* Schächte. *i* Schmelzraum. *k* Formen. *l* Formgewölbe. *m* Schlackentrifft. *n* Vorherdplatte. *o* Schlackengrund. *p* Lehmsohle. *q* Gestübbesohle. *r* Sumpf. *s* Damm. *t* Vorherd. *u* Stich. *v* Stechherd. *w* Brust oder Brustwand. *x* Zuglöcher zum Nachhelfen. *y* Zunge oder Schachtscheider. *z* Aufgebeöffnungen.

c) Schwedischer Suluofen (Taf. IX. Fig. 220—222). *a* Sumpf im Gestübbe. *b* Vorwand. *c* Formen. *d* Fundament mit Abzügen. *e* Stichcanal. *f* Rauhgemäuer. *g* Füllung. *h* Kernschacht.

d) Schwarzkupferschmelzofen zu Agordo (Taf. IX. Fig. 219). *a* Sohlstein von rothem Sandstein. *b* Gestübbe aus Holzkohle und Sandstein. *c* Ziegelherdmauer, den Vorherd

umschliessend. *d* Sumpf, dessen tiefster Punct 1,20 M. unter der Form. *e* Stich. *f* Stechherd. *g* Brandmauer. *h* Vorderwand, 70—75° geneigt. *i* Brust. *k* Rauhgemäuer (Talkschiefer). *l* Formgewölbe. *m* Oeffnung für die Wasserform. *n* Oeffnung zum Eintragen der Beschickung. *o* Flugstaubkammern. Die Seitenwände sind senkrecht, der horizontale Querschnitt ein Rechteck, in der Formebene von 1,1 M. L. und 0,80 M. Br., an der Gicht 0,60 M. Br. und 0,50 M. L. Der Rand des Vortiegels liegt 0,15 M. vor der Brust und 0,65 M. unter der Form.

Durch die eigenthümliche Ofenform soll die reducirende Wirkung in dem oberen Ofentheile möglichst vermindert werden (S. 456).

e) Kupfererzschmelzofen zu Perm (Taf. IX. Fig. 216—218).

a Sohlstein von 13,5 M. Br., 2,35 M. L. und 0,50 M. D., auf gewöhnlichem Mauerwerk mit Abzügen ruhend, welches zur Unterlage einen Pfahlrost hat. *b* Sumpf, in Gestübbe ausgestampft, welches aus 6 Thln. Quarzpulver, 3 Thln. feuerfestem Thon und 2 Thln. Holzkohle besteht. Der tiefste Punct des Sumpfes liegt 0,30 M. unter der Brust und 0,70 M. unter der Form, und reicht 0,30 M. vor die Vorwand hinaus. *c* den Vorherd umschliessende Ziegelsteinmauern. *d* Rauhgemäuer. *e* Futter aus feuerfesten Ziegeln. *f* Stirnwand. *g* Vorwand, 0,22 M. stark. *h* Brustwand, aus 0,10 M. dicken gusseisernen Platten gebildet. *i* Herdgewölbe. *k* Formgewölbe. *l* Oeffnung für die Wasserform aus Eisenblech mit 0,04 M. weitem Formauge. *m* Stich. *n* Stechherd.

Der Ofen mit seinem Kohlensack nähert sich einem Eisenhohofen, weil bei dem Verschmelzen der eisenoxydreichen oxydirten Kupfererze eine reducirende Wirkung auf das Eisenoxyd ausgeübt und sodann das reducirte Eisen theilweise gekohlt werden soll (S. 456).

f) Unterharzer Bleiofen mit Zinkstuhl (Taf. IX. Fig. 223 — 225). *a* Fundament. *b* Abzüge. *c* Sohlstein. *d* Brandmauer. *e* Pfeiler. *f* Futter. *g* Schacht. *h* Flügel. *i* Schlot. *k* Rauchmantel. *l* Formlager. *m* gewölbte Stirnmauer. *n* kupferne Form. *o* Formgewölbe. *p* Vorherd.

q Herdblech. *r* Desgleichen mit einer Oeffnung für den Stich. *s* Stechherd. *t* Lehmsohle. *u* Gestübbesohle. *v* Vortiegel. *w* Schlackentrifft. *x* Schlackensumpf. *y* Zinkstuhl. *z* Zinkpfanne. *aa* Rinne zum Abfliessen des Zinks. *bb* Bruststein. *cc* Kreuzverankerung. *dd* Oeffnung (Spund) zum Einwerfen von Kohlen auf den Zinkstuhl. *ee* Werkepfannen. *ff* Windstock. *gg* Beschickungsboden.

§. 69. Arbeiten beim Betriebe der Gebläseschachtöfen. Beim Verschmelzen der Erze etc. in Schachtöfen kommen hauptsächlich nachstehende Arbeiten vor:

Abwärmen des Gemäuers.

1) Ab- oder Auswärmen des Kernschachtes. Bei ganz neu erbauten Oefen muss vor dem Zumachen ein sorgfältiges Abwärmen des inneren Ofengemäuers so lange stattfinden, bis durch die Abzüge keine Wasserdämpfe mehr entweichen. Dasselbe ist der Fall, wenn nur der Herd des Ofens neu aus Mauerwerk hergestellt ist (Eisenhohöfen). Wird ein Ofen zu rasch in Betrieb gesetzt, so entstehen im Gemäuer in Folge einer zu plötzlichen und ungleichen Ausdehnung, sowie einer reichlichen Bildung von Wasserdampf, Sprünge und Risse und die Dauer der Ofencampagne nimmt ab. Die Zeit des Abwärmens hängt hauptsächlich von der Grösse der Oefen und der Beschaffenheit des Ofenbaumateriales ab und kann, wie bei Eisenhohöfen, Wochen lang dauern, nachdem der Ofen vorher bereits längere Zeit an der Luft ausgetrocknet ist. Man erhält dabei entweder auf einem Rost über der Ofensohle ein schwaches Feuer oder bringt ein solches im Vorherde an und lässt nur die heissen Gase in den Ofenschacht treten, oder aus einem kleinen, auf dem Boden des Schachtes aufgestellten Ofen ziehen die heissen Verbrennungsproducte durchs Gemäuer, oder man leitet die verlorne Wärme von anderen Feuerungen in den Ofenschacht u. dgl. m.

Bei nur reparirten Oefen dauert dieses Abwärmen des Gemäuers weit kürzere Zeit oder wird gleichzeitig mit dem Anblasen des Ofens vorgenommen.

Von dem Verfahren beim Abwärmen der Eisenhohöfen wird im vierten Bande noch ausführlicher die Rede sein.

Zumachen oder Zustellen.

2) Das Zumachen oder Zustellen der Oefen, die Zurichtung des Schmelzraumes unterhalb der Form, haupt-

sächlich in Herstellung der Schmelzsohle und dem Verschliessen der Vorwand bestehend. Nur in einzelnen Fällen sammeln sich die Schmelzproducte auf einer steinernen Ofensohle an (Eisenhohöfen, Kupferschieferöfen, Zinnöfen), am häufigsten überzieht man den Sohlstein und theilweise auch die Seitenwände des Schmelzraumes mit losen, feuerfesten Massen, namentlich mit Gestübbe, aus bereits (p. 367) angegebenen Gründen. Je nach dem Zwecke des Schmelzens wählt man eine Sumpf-, Tiegel-, oder Spurofenzustellung (p. 435) und je nach der Hitzigkeit und fressenden Eigenschaft der geschmolzenen Producte leichteres oder schwereres Gestübbe (p. 366). Schwefelungen, namentlich an Schwefeleisen reiche, sind in letzterer Beziehung mehr zu fürchten, als Erden.

Da das Gestübbe der mechanischen Abnutzung nur eine gewisse Zeit widersteht und auch um so rascher verbrennt, je leichter dasselbe ist, so gibt man dem Sohlstein, ehe das Gestübbe aufgestampft wird, zunächst eine Lehmsohle, welche durch ein darauf angebrachtes Kohlenfeuer völlig getrocknet wird. Sollte das Gestübbe im Verlauf des Schmelzens zerstört werden, so verhindert die Lehmsohle ein Ansetzen der Schmelzmassen auf dem Sohlstein und dadurch eine den Schmelzgang störende Bildung von Bühnen und Ofensauen. Durch Anwendung von feuerfesterem Thon mit oder ohne Zusatz von Sand, Anthracit, Graphit etc. lässt sich die Dauerhaftigkeit dieser Sohle erhöhen und der Bildung grösserer Eisensauen mit Erfolg entgegenwirken.

Auf die vorher angefeuchtete Lehmsohle wird ein Theil Gestübbe gestürzt, diesem an den Seitenwänden und bis zur Form die gehörige Gestalt gegeben und diese erste Lage erst mit den Füssen, dann mit hölzernen, eisernen oder bleiernen Stössern festgestampft, wobei man auf die dem Herde zu gebende Gestalt Rücksicht nimmt. Das Gestübbe muss mit Wasser so stark angefeuchtet sein, dass sich dasselbe ballen lässt, ohne das Gefühl der Nässe in der Hand zu hinterlassen. Nimmt die aufgestampfte Lage mit dem Nagel nur schwer einen Eindruck an, so macht man die Oberfläche derselben mit einem eisernen Instrument rauh, stampft eine zweite Lage auf und fährt so fort, bis die erforderliche

Höhe erreicht ist. Bei einem **Tiegelofen** ist auf die unterste Gestübbelage ein konisches Holz (**Stichholz**) in der Weise gelegt, dass die Spitze nach innen in die Mitte, das dickere Ende durch einedie Gestübbemasse begrenzende Wand nach aussen reicht. Nach dem Vollstampfen des unteren Herdraumes wird alsdann der Tiegel kesselförmig so ausgeschnitten, dass dessen tiefster Punct die Spitze des Stichholzes berührt. Letzteres wird dann behuf Bildung des Stichcanals herausgezogen und vor demselben ausserhalb des Ofens in einer gemauerten Vertiefung der Stechherd aus Gestübbe aufgestampft. Dann wird die Vorwand eingesetzt und mit einem Auge versehen oder nicht (S. 435).

Bei Oefen, welche einen Vorherd erhalten müssen (**Sumpföfen** und **Spuröfen** mit einem Auge), wird nach Herstellung des innern Ofenherdes auch der Vorherd voll Gestübbe gestampft, nachdem das **Stichholz** auf die unterste Gestübbeschicht so gelegt ist, dass die dünne Spitze nahe dahin zu liegen kommt, wo sich demnächst der tiefste Punct des Vortiegels befinden soll. Das dickere Ende ragt entweder an der Vorderseite durch das Herdblech oder auf einer der beiden Seiten hervor, und vor demselben wird der Stechherd hergestellt. Zuweilen wird auf jeder Seite des Vorherdes ein Stechherd angebracht; seltener durchbricht der Stichcanal eine Seite des Kernschachtes und Rauhgemäuers (**Atvidaberger** Schwarzkupferöfen) und steht mit einer eisernen, durch Scheidewände getrennten, treppenförmigen Rinne zur Aufnahme des Schwarzkupfers in Verbindung. Eisenhohöfen erhalten wohl einen gesonderten Schlackenabstich an der Hinterseite (**Mariazell**). Den Vortiegel schneidet man entweder im Vorherd aus, indem man das Gestübbe bis zu einem Steinchen wegnimmt, welches nahe vor die Spitze des Stchholzes gelegt ist (**Unterharzer** Oefen); oder man setzt auf die erste Gestübbelage, während gleichzeitig das Stichholz mit einiger Neigung gelegt wird, das sogenannte **Herdholz** in Gestalt eines abgestumpften Kegels mit Handhabe, die kleine Grundfläche nach unten. Nachdem dann der Herdraum voll Gestübbe gestampft, werden Stich- und Herdholz herausgenommen und dadurch Stichcanal und Vortiegel gebildet. Bei Spuröfen fliessen alsdann

die geschmolzenen Massen durch ein Auge am tiefsten Puncte der stark fallenden Sohle aus dem Ofen von oben oder von unten in den Vortiegel (S. 437); bei Sumpföfen lässt man entweder den Sumpf innerhalb des Ofens in den Vortiegel vor der Vorwand verlaufen (S. 441. Taf. IX. Fig. 222), oder man schneidet zwischen beiden eine schmalere Spur aus (S. 441. Taf. IX. Fig. 211). Letztere wird auch wohl dadurch gebildet, dass man beim Aufsetzen des Herd- und Stichholzes von ersterem ab einige Barnsteine auf die hohe Kante bis ins Innere des Ofens hinein stellt, diese beim Füllen des Vorherdes auch mit Gestübbe um- und überstampft, sie demnächst nebst Herd- und Stichholz herausnimmt und so eine Spur bildet.

Ist die Schmelzsohle auf diese Weise vorgerichtet, so wird der untere Theil der Vorwand, die Brust, durch einen mehr oder weniger tief (S. 441) in die Spurwände eingesenkten Stein (Vorsetzstein, Bruststein), oder eine eiserne Platte (Taf. IX. Fig. 217), oder ein hohles Tümpeleisen (Atvidaberger Suluöfen, schwedische Eisenhohöfen [1])) geschlossen und dieses mit den Wangen durch Lehm etc. verbunden.

Man wärmt nun entweder den Herd durch ein darauf mehrere Stunden (4—10 St.) unterhaltenes Kohlenfeuer ab und schliesst dann die noch offene Vorwand durch Mauerwerk mit oder ohne Verankerung, oder letzteres geschieht zuerst, und es folgt dann das Abwärmen. Zuweilen verschliesst man die Vorwand durch eine innen mit feuerfestem Thon überkleidete eiserne, in Angeln hängende Thür oder durch mehrere solcher Thüren über einander, die durch vorgelegte Riegel angedrückt und deren Fugen mit Lehm verstrichen werden. Mit Thonpfropfen oder Steinen verschliessbare Löcher in der Vorwand dienen zum Einbringen eiserner Stangen, um Ofenbrüche oder sonstige Ansätze loszubrechen.

Die im Vortiegel sich ansammelnden Schlacken werden entweder von den übrigen geschmolzenen Massen abgehoben, oder fliessen von selbst auf einer geneigten Ebene (Schlacken-

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 127.

trifft) ab, welche eine aus Gestübbe hergestellte und mit Kohlenlösche etc. überzogene Rinne hat. Man hat auch gusseiserne Schlackenrinnen.[1])

Abwärmen des Herdes.

3) Abwärmen des zugemachten oder zugestellten Ofens. Besteht der Schmelzraum aus Mauerwerk, so wird beim Abwärmen desselben ähnlich verfahren, wie Seite 444 angegeben. Sind dagegen die unteren Ofentheile mit Gestübbe überkleidet, so erhält man 4—10 Stunden lang nach dem Zumachen ein nicht zu starkes Feuer auf der Ofensohle, wobei die Vorwand gewöhnlich noch theilweise offen ist, oder der Ofen wird bei eingesetzter Vorwand und sorgfältiger Verschliessung der zum unteren Theil des Ofens führenden Oeffnungen theilweise mit Kohlen gefüllt und diese von oben oder von unten angezündet.

Anblasen.

4) Anblasen, Anlassen, Anzünden, Auffüllen des Ofens. Man versteht hierunter diejenige Periode, während welcher der Ofen allmälig in den normalen Gang gebracht wird. Man beginnt, wenn keine Wasserdämpfe mehr ausziehen, bei kleinen Oefen damit, sie ganz, und grössere theilweise mit Brennmaterial zu füllen und, sobald ohne Wirkung des Gebläses die Kohlen durchglüht sind, bei langsamem Gebläseumgange ein paar Sätze leichtflüssiger Schlacken oder Beschickung zu geben. Bei Anwendung eines schwerer brennlichen Brennmaterials, z. B. bei Anthracit, muss früher Wind gegeben werden (Bostoner Kupferhütte), als bei lockerem Brennmaterial. Sobald die Schmelzsäule etwas niedergegangen, fährt man fort, in Abwechselung mit Brennmaterial gesteigerte Mengen von Beschickung in den Ofen zu bringen, bis das Maximum derselben für die zugehörige Menge Brennmaterial erreicht ist.

Die Temperatur im Schmelzraum muss so hoch sein, dass die vor der Form erscheinenden ersten Schlacken vollkommen flüssig sind; erst dann verstärkt man allmälig den Wind, um, wenn es erforderlich ist, eine feste Nase von der gehörigen Länge zu bilden, wozu die während dessen in den Schmelzraum eingerückte Beschickung mit beiträgt. Bei anfangs zu stark gepresstem oder zu viel

1) Oester. Zeitschr. 1857. No. 22.

Wind findet leicht ein Kaltblasen der zähflüssigen Schlacken statt, die Nase wird zu stark, es tritt ein Versetzen des Ofens ein, dessen Folgen oft lange nachhalten, und das Gemäuer wird leichter zerstört. Bei Eisenhohöfen setzt man wohl nach und nach Düsen von verschiedenem Durchmesser ein. Erst dann lässt man das Gebläse mit voller Kraft an, wenn das Ofengemäuer in hinreichender Gluth und der Herd mit flüssigen Massen angefüllt ist. Wenn gleichzeitig bei zu viel Wind der Erzsatz zu hoch ist, so kann die Ansatzbildung befördert werden, oder es entstehen stark fressende Schlacken. Besonders bei Oefen, welche lange Zeit im steten Betriebe sein sollen (Eisenhohöfen, Kupferschieferöfen), erfordert das Anblasen (davon beim Eisen ausführlicher) viel Aufmerksamkeit und Zeit, und alle Versuche, dasselbe abzukürzen, sind fehlgeschlagen. Erreicht man zwar anfangs eine höhere Production, so sinkt sie doch bald bei bedeutendem Brennmaterialverbrauch, und der Ofen muss bald ausgeblasen werden. Während das Anblasen bei Eisenhohöfen bis 3 Monate und länger dauern kann, so sind dazu bei Blei-, Kupfer-, Silber-, Zinnhüttenprozessen einige Stunden bis 14 Tage erforderlich, wobei man den Herd öfters und sorgfältig von Ansätzen reinigen muss.

Als Beispiele für die Zeitdauer des Anblasens mögen folgende dienen:

Kupferöfen: zu Perm Anblasen 14 Tage, normale Charge 200 Kilogr. Beschickung und 89—90 Kilogr. Kohlen, Campagne 4—5 Wochen. Atvidaberger Suluöfen: Abwärmen des Herdes 6 St., Anblasen einige Tage, Campagne 8—10 Monate. — Boston: Anblasen 3 Tage, Campagne 14 Tage. — Agordo: Anblasen 3 Tage, Campagne 20—21 Tage. — Mansfeld: Anblasen 14 Tage, Campagne 40 Wochen und länger.

Bleiöfen: Oberharzer Schliegarbeit, Abwärmen 6—9 Stunden, Anblasen 2—4 Tage, Campagne 10—16 Wochen. — Unterharzer Bleiarbeit: Abwärmen 5—6 Stunden, Anblasen 1 Tag, Campagne 9—12 Tage.

Chargiren.

5) Regelmässiges Aufgeben von Beschickung und Brennmaterial beim normalen Ofenbetrieb. — Unter Aufgeben, Aufgichten, Setzen, Chargiren,

Schüren versteht man das Einbringen der Beschickung und des Brennmaterials in die Ofenmündung (Gicht), und man nennt die bestimmte Menge, welche auf einmal in den Ofen kommt, Erz- und Kohlen-Gicht oder Charge, die Beschickung allein wohl Satz, sowie die von dem Ofengange abhängige Veränderung desselben Satzführung. Man unterscheidet noch, namentlich beim Eisenhohofenbetrieb, stille Gichten, — Erzgichten, welche beim Anblasen vor Anlassung des Gebläses niedergehen —, leere Gichten — Kohlengichten ohne Erzsatz —, leichte und schwere Gichten je nach ihrer Grösse, scharfe Gichten, d. h. mehr Beschickung als gewöhnlich enthaltende, Doppelgichten etc.

Kohlengichten.

Die Grösse der Brennmaterialgicht richtet sich hauptsächlich, ausser nach localen Gewohnheiten, nach der Capacität des Ofenschachtes, der Weite der Gicht und der Beschaffenheit von Brennstoff und Erz. Damit eine hinreichende Hitzentwicklung stattfindet und das Erz nicht zwischen dem Brennmaterial hindurchrollt, müssen die Gichten von letzterem um so stärker sein, je weiter der Ofen an der Gicht, je leichter und gröber der Brennstoff und je feiner und strengflüssiger das Erz. Das Aufgeben geschieht in Schwingen, Körben, Kästen oder Wagen entweder dem Gewichte oder dem Volum nach. Erstere Methode ist vorzuziehen; nur da, wo Brennmaterial von ziemlich gleichbleibender Beschaffenheit zu Gebote steht, kann dasselbe dem Volum nach aufgegeben werden, indem die atmosphärischen Einflüsse weniger das Volumen, als das Gewicht verändern. Von Zeit zu Zeit überzeugt man sich von dem Gewichte des Brennstoffvolumens.

Erzgichten.

Die Grösse der Erzgicht, im Allgemeinen durch die Grösse der Brennmaterialgicht gegeben, variirt besonders nach dem Feuchtigkeitszustande des Erzes und Brennmaterials, nach dem Effecte des Gebläses etc.

Um ein feststehendes Verhältniss zwischen Erz- und Brennmaterialgicht zu haben, empfiehlt es sich, beide zu wägen; man findet aber häufig, dass auch die Beschickung dem Volum nach aufgegeben und nur von Zeit zu Zeit das Gewicht eines bestimmten Volumens ermittelt wird. Werthvollere Erze etc. werden in der Regel gewogen und nur

dann dem Volumen nach aufgegeben, wenn sie sehr gleichförmig sind, z. B. Schliege. Metallreiche Zuschläge kommen wohl zur Wage, metallärmere werden gemessen.

Verfahren beim Chargiren.

Das Einbringen der Beschickung in den Ofen geschieht auf hölzernen oder eisernen Trögen, in Kästen von bestimmtem Inhalt, in Laufkarren oder in besonders construirten Gichtwagen (Siehe beim Eisen.) Zum Abwägen, sowohl von Beschickung als von Brennmaterial, dienen in der Regel Schnell- oder Brückenwagen.

Die in einer gewissen Zeit aufgegebene Gichtenzahl wird zuweilen auf einer Tafel notirt (Eisenhohofenbetrieb), oder man zählt dieselbe dadurch, dass man einen Pflock auf einer mit Löchern versehenen Tafel bei jedem Aufgeben ein Loch weiter rückt (Atvidaberg).

Anordnung der Brennmaterial- und Beschickungsgichten.

Die Anordnung der Brennmaterial- und Erzgichten im Ofen kann auf folgende Weise geschehen:

a) Beschickung und Brennmaterial werden in horizontalen Lagen über einander ausgebreitet. Diese Art des Aufgebens wird in solchen Fällen angewandt, wo es sich um eine gleichmässige kräftige Reduction strengflüssiger Erze handelt, welche allmälig in eine bei der unmittelbaren Berührung von Erz und Kohlen stattfindende höhere Temperatur gelangen müssen (Eisenerze) oder welche, ohne dass die reducirende Wirkung wesentlich schädlich ist, einer hohen Schmelztemperatur bedürfen (Kupferschiefer). Die Strengflüssigkeit der Erze verhindert, dass dieselben zu früh schmelzen und das Brennmaterial dabei inkrustiren, wodurch dessen Wirkung geschwächt wird. Die im Schmelzraume herrschende hohe Temperatur verhindert die Bildung einer (später zu erwähnenden) Nase, welche nicht erforderlich ist, weil die Form bei zweckmässiger Vorrichtung von der Beschickung nicht angegriffen und die richtige Lage des Schmelzpunctes im Ofen durch andere Mittel beschafft wird (Vertheilung des Windes in mehrere Formen, starke Pressung des Windes etc.).

Diese Art des Aufgebens eignet sich nicht für leichtflüssige Erze etc., desgleichen nicht für solche, welche keiner Reduction bedürfen oder wobei eine solche schädlich ist (Verschmelzen eisenoxydhaltiger Blei-, Kupfer- und Zinn-

erze) und welche das Vorhandensein einer Nase vor
Form erheischen.

Kupferschiefer werden wohl nach dieser Methode cha
weil es dabei hauptsächlich nur auf ein Zusammenschm
der in grosser Menge vorhandenen strengflüssigen Erden
der Schwefelungen ankommt. Doch äussert sich hierbei
schädliche Einfluss der reducirenden Wirkung in der Bil
von Eisensauen, da beim Brennen der Schiefer ein T
der Schwefelungen in Oxyde übergegangen ist (Mansfe
Grosöfen). Sind Oxyde in grösserer Menge vorhanden
muss die zweite Methode des Chargirens gewählt we
(Mansfelder Kleinöfen).

Um bei einem schichtenweisen Aufgeben von Erz
Brennstoff das aus dem Schmelzraum aufsteigende Kol
oxydgas zu zwingen, möglichst gleichmässig die Erzschic
zu durchdringen und nicht grossentheils an den Ofenwän
hinaufzugehen, zieht man wohl den Ofen nach oben zus
men und beobachtet beim Aufgeben die Vorsichtsmassre
dass das grobe Erz mehr in die Mitte kommt und das
geklopfte Klein einen dichteren Schluss an den Wän
bildet.

Bei kleineren Eisenhohöfen bringt man die Kohleng
auf einmal in den Ofen, stürzt dann die Erzgicht in kle
ren Massgefässen zu verschiedenen Malen nach und e
die Oberfläche ein. Durch dieses Verfahren wird den Ha
bedingungen eines geregelten Ofenganges, Regelmässigkeit
Geschwindigkeit des Aufgebens, nicht völlig genügt, wes
man diesen Uebelstand durch zweckmässig construirte Gi
hunde oder Gichtwagen, z. B. von BRAND [1]), COING
STAHLSCHMIDT [3]) u. A. zu vermeiden gesucht hat, de
zum Theil gleich eine solche Einrichtung gegeben ist,
die gröberen Erze sich mehr in der Mitte, die kleine
nach dem Rande zu anhäufen. Letzteres erreicht man n
STEIN [4]) vollständiger, wenn man in einem Gichtwa

1) KARST., Arch. 2. R. XXV, 565. Bgwfd. XVII, 91.
2) B. u. h. Ztg. 1857. p. 350. Berggeist 1858. No. 13.
3) B. u. h. Ztg. 1858. p. 37.
4) B. u. h. Ztg. 1860. p. 298.

Kohlen- und Erzgichten gehörig geordnet einbringt und sodann den Wagen in den Ofen entleert. Bei Holzkohlenöfen muss man die Brennmaterialgicht zuerst aufgeben, weil sich die Kohlen an der Luft leichter entzünden und bei einem schnellern Gichtengang die Erze unvorbereitet in den Herd gelangen. Bei Cokeshohöfen ist die Ordnung, in der man aufgibt, von weniger Einfluss, indem die Gichten langsamer niedergehen und Cokes weniger entzündlich sind. Hat man Tannen- und Buchenkohlen, so gibt man erstere gewöhnlich zuerst auf, weil sie gröber sind, als letztere. Beim Einfüllen der Kohlen mittelst der Harke lässt man die Lösche zurück, und hat man grobe und klare Kohlen, so setzt man erst erstere, dann letztere, weil auf groben Kohlen die Erzschicht nicht gut ruht. Auch müssen gute und schlechte Kohlen gehörig vertheilt werden.

Das Aufgeben muss regelmässig geschehen, damit der Ofenbetrieb möglichst gleichförmig bleibt. Namentlich darf man die Gichten nicht zu weit niedergehen lassen, weil sonst beim Aufgeben frischer der Ofen zu stark abgekühlt wird, die Gicht lebhaft flammt und unnütz Brennmaterial verbrennt, die Erze sich nicht gehörig vorbereiten können und beim Fallen von einer bedeutenden Höhe so zusammengedrückt werden, dass die Gase beim Aufsteigen im Ofen Widerstand finden. Auf einigen Hütten bestimmt man die Tiefe, bis zu welcher die Gichten höchstens niedergehen dürfen, durch eine in einem rechten Winkel gebogene Eisenstange (Gichtmaass), oder man wendet Gichtzeichner oder Gichtwecker[1]) an, welche durch ein lärmendes Signal, namentlich des Nachts, sowohl dem Aufgeber als dem Schmelzer die Zeit zum Chargiren angeben. Werden Schmelzer und Aufgeber verpflichtet, die eingebrachten Gichten auf einer Tafel anzumerken, so hat man besonders des Nachts eine Controle für den Aufgeber.

Vorrollen der Erze.

Trotz aller Aufmerksamkeit beim Chargiren ist nicht zu vermeiden, dass beim Niedergehen der Schmelzsäule die

1) Wehrle, Hüttenkunde I. 218. — Weniger, practischer Schmelzmeister. p. 96. B. u. h. Ztg. 1848.

schweren Erze die Kohlen zur Seite schieben und vorrollen[1]), in Folge dessen dieselben um $^1/_3$—$^1/_6$ Zeit früher, als das Brennmaterial und häufig zu unvorbereitet vor die Form gelangen können. Dies geschieht am wenigsten bei nahe gleichen Aggregatzuständen, am leichtesten aber bei groben Kohlen und feinem, schwerem Erz, z. B. bei Bohnerzen und mulmigen Brauneisensteinen. In solchem Falle separirt man zweckmässig gröbere und kleinere Kohlen, gibt zuerst eine Gicht von ersteren, gleicht dieselbe mit feineren aus, bringt darauf die gröberen Erze und zu oberst die feinsten. Um ein Zusammenrollen nach der Mitte zu erschweren, gibt man der Kohlengicht eine convexe und der Beschickung eine concave Gestalt unter Anwendung eines Setzcylinders mit kegelförmigem Boden. Durch eine trichterförmige Gichtöffnung wird das Herabziehen des Erzes an den Schachtwänden befördert.

Werden die Erze stets in die Mitte der Gicht gestürzt, so drängt die Erzmasse die Kohlen an die Wände und ein Theil der Brennkraft geht nutzlos verloren.

Auf manchen Hütten, z. B. zur Königshütte am Harze, nimmt man nach dem Einebnen des Satzes etwas davon über den Formsteien weg und schiebt dasselbe nach der Tümpelseite zu, damit an dieser die Schlacke weniger hitzig wird und dem Winde das Durchblasen nicht so leicht gestattet, an den Formen aber hitzig vorbeigeht und keine Ansätze bildet. Bei schadhaften Stellen im Ofen setzt man nach der Seite hin, wo sich dieselben befinden, mehr Beschickung, auch wohl Quarz.

Gichtenwechsel.

Je nach der Beschaffenheit der Beschickung (Schmelzbarkeit und Reducirbarkeit) und des Brennmaterials (Leichtigkeit oder Dichtigkeit), der Quantität, Pressung und Temperatur des Windes etc. müssen die Gichten langsamer oder rascher ins Gestell einrücken, und man bezeichnet die Schnelligkeit, mit welcher dies geschieht, mit Gichtengang oder Gichtenwechsel. Nach LINDAUER[2]) betragen erfah-

1) B. u. h. Ztg. 1842. p. 556.
2) B. u. h. Ztg. 1855. p. 243, 261.

rungsmässig die Gichtzeiten beim Betriebe auf graues Roheisen für Holzkohlen etwa 16 Stunden, für Cokes 40 und für Steinkohlen 48 Stunden, bei weissem Roheisen etwa 3/4 dieser Zeit.

Nach WACHLER[1]), STAHLSCHMIDT[2]) u. A. gehen die Gichten nicht in regelmässigen Schichten nieder, sondern es bleibt an den Schachtwänden ein träger Mantel von Kohlen, zwischen welchen eine für sich allein bewegliche Massensäule bleibt. SCHULZE[3]) theilt diese Ansicht von dem trägen Mantel nicht; er hält es für wahrscheinlicher, dass die Erzschichten in der Axe des Ofens am stärksten seien und nach den Seiten hin sich verflachen, dagegen die Kohlengichten in der Mitte am schwächsten, nach den Seiten hin aber stärker werden, wo dann der an den Seiten gebildete Kohlenring, ohne zu ruhen, auch verbrenne.

b) Beschickung und Brennmaterial werden in mehr oder weniger separirten vertikalen Säulen aufgegeben, indem man die Beschickung an die Formseite und das Brennmaterial an die Vorwand stürzt. In dem Maasse, als die Gichten nach der Form zu einrücken, vermengen sich dann die Brennmaterialien mit dem Erze immer mehr. Dieses Verfahren ist für leichtschmelzigere Erze üblich, welche gar keiner oder wenigstens keiner kräftigen Reduction bedürfen, sondern wobei gewisse Bestandtheile im oxydirten Zustande verbleiben und sich verschlacken sollen. Die in der Kohlensäule erzeugte Hitze reicht zur gegenseitigen Einwirkung der oft flüchtigen Bestandtheile der Beschickung hin und das Kohlenoxydgas durchstreicht die Beschickungssäule mehr oder weniger, aber nie so vollständig, als bei der vorigen Aufgebemethode.

Zuweilen ist die reducirende Wirkung des Kohlenoxydgases ohne allen Einfluss und es soll nur die erzeugte und von den aufsteigenden Gasen theilweise mit fortgenommene

---

1) Preuss. Zeitschr. III. Bd. Abth. B. p. 269. B. u. h. Ztg. 1856. No. 18.
2) B. u. h. Ztg. 1858. No. 26.
3) Preuss. Zeitschr. IV. Bd. 2. Lief. Abthl. B. p. 97.

Wärme benutzt werden (Verschmelzen der Oberharzer Bleiglanzschliege mit Eisen), oder eine Reduction wirkt schädlich, wenn Bestandtheile durch Verschlackung im oxydirten Zustande entfernt werden sollen und wo dann dieselben durch theilweise Reduction zur Bildung von Eisensauen (Verschmelzen von eisenoxydhaltigen Kupfer-, Blei- und Zinnerzen), von zinkischen Ofenbrüchen (Verschmelzen gerösteter blendiger Blei- und Kupfererze), von unreinen Schmelzproducten (eisenhaltiges Zinn, eisenreiches Kupfer) etc. beitragen. Zuweilen kommt es jedoch auch auf eine kräftigere Reduction an (Verschmelzen eisenreicher oxydirter Kupfererze zu Perm auf Schwarzkupfer und kupferhaltiges Roheisen).

Zur Verminderung der reducirenden Wirkung hat man nachstehende Mittel: Verringerung der Ofenhöhe; Neigung der Form- und Vorwand nach hinten, wobei der grösste Theil der reducirenden Gase, allerdings unter Verlust eines grossen Theiles der producirten Wärme, an der Vorwand in die Höhe steigt (Taf. IX. Fig. 219); Anwendung des Brennmaterials in grösseren und der Beschickung in kleineren Stücken; Vergrösserung des Ofenquerschnittes, wodurch die Temperatur im oberen Ofentheil sinkt und die Reductionszone sich mehr nach unten zieht.

Die reducirende Wirkung wird dadurch verstärkt, dass man höhere Oefen mit mehr oder weniger deutlich ausgebildetem Kohlensack (Taf IX. Fig. 217) oder mit geraden Wänden anwendet, wobei die Beschickung längere Zeit mit den reducirenden Gasen in Berührung bleibt; dass das Brennmaterial in kleineren und das Erz in grösseren Stücken sich befindet; dass man die Pressung des Windes verstärkt, in Folge dessen sich die Ausdehnung der Verbrennungszone vermindert und das Verhältniss des Kohlenoxydgases in demjenigen Theil des Ofens sich vergrössert, in welchem eine hohe Temperatur herrscht.

Da an der Vorwand Kohlen vorhanden sind, welche zum Theil in den Sumpf fallen und zwischen dem inneren und äusserem Herde eine poröse Scheidewand bilden, so erleiden die geschmolzenen Massen beim Durchdringen dieser Wand eine Art Filtration. Es können sich dabei die

Schlacken von mechanisch aufgenommenen Metalltheilchen reinigen oder noch eine theilweise Reduction erleiden (kupferoxydhaltige Schlacken).

Nasenschmelz

Mit der angegebenen Art des Chargirens ist meistens ein Schmelzen mit Nase verbunden. Unter Nase versteht man eine aus erstarrter Beschickung gebildete rinnenförmige Verlängerung der Form, auf welche sich in Gestalt eines Dreiecks Beschickung in fester oder halbgeschmolzener Gestalt auflegt. Man pflegt nach dem Abwärmen beim Anblasen des Ofens den Grund zur Nasenbildung durch Einbringen einer gewissen Quantität Schlacken, Nasenschlacken, zu legen, welche man an die Formwand setzt. Sobald sie bis zum Nasenstuhle, einem unmittelbar unter der Form befindlichen Ansatz von Gestübbe oder Mauerwerk (Taf. VIII. Fig. 199) gelangen, bildet sich durch den sie treffenden kalten Wind der erste Ansatz um die Form, welcher sich allmälig zu einer Nase von beliebiger Länge, gewöhnlich nicht über 18 bis 20 Zoll, ausdehnen lässt, je nachdem man mehr oder weniger Beschickung auf die constante Kohlengicht aufgibt.

Man kann die Bildung der Nase dadurch begünstigen, dass beim Herabkommen der Nasenschlacken vor die Form ein mit nassem Lehm umkleidetes Eisen durch letztere in den Ofen gesteckt wird, an welchem die Schlacken sich anlegen und erstarren. Auch lässt sich mittelst dieses Eisens der Nase eine verschiedene Richtung und Länge geben. Auf der Abdachung derselben nach oben gelangt die Beschickung ins Bereich des Windes.

Die Vortheile, welche eine solche Nase gewährt, können verschiedene sein, nämlich:

α) sie bewahrt die gewöhnlich aus Metall bestehende Form vor zu frühzeitiger Zerstörung durch Hitze oder Einwirkung schädlicher Bestandtheile der Beschickung, z. B. Schwefel; auch verhütet sie ein gewaltsames Herauswerfen glühender Massen durch die Form;

β) sie verlegt den Schmelzpunct von der Brandmauer weg in den Ofen hinein, wodurch dieselbe vor dem zu raschen Durchbrennen geschützt wird;

γ) man kann mittelst derselben den Schmelzpunct
Ofen beliebig verlegen, indem man dieselbe mit dem For
spiesse richtet und sie länger oder kürzer werden lässt.
sie vorn durchlöchert ist, so vertheilt sie den Wind glei
mässig im Ofen und befördert das egale Schmelzen der B
schickung, welche auf der geneigten Ebene, ähnlich wie
der Rast der Eisenhohöfen, allmälig herabgleitet, sich
durch zum Schmelzen vorbereitet und vor den Windstr
tritt. Feine Erztheile werden weniger leicht mechani
fortgerissen, weil der Windstrom die Beschickung nicht
seiner vollen Kraft trifft, sondern von der durchlöcher
(sternichthellen) Nase zertheilt wird. Nach der Länge u
Helligkeit der Nase wird hauptsächlich der Ofengang be
theilt. Bei der Oberharzer Bleiarbeit z. B. hält man die N
12 bis 18 Zoll lang, etwas niederwärts, vorn porös (sternic
rings herum aber dunkel; bei der Unterharzer Bleiar
ist die Nase kurz und hell. Eine helle, kurze Nase deu
auf höhere Temperatur im Ofen, als eine lange dunklere

Bei einer dunklen Nase bricht sich der Wind und t
durch eine Menge Seitenöffnungen mit geringerer Pressu
aus, wodurch sich die Hitze auf einen grösseren Raum v
theilt und geringer wird, als wenn die Verbrennung hau
sächlich auf einem Puncte bei heller Nase stattfindet.

Da bei normalem Gange eines Ofens und der darin v
handenen richtigen Temperatur die Nase eine gewisse Län
und Helligkeit hat, so deutet eine Veränderung dersel
auf Unregelmässigkeiten im Ofengange, womit ein grösse
Brennmaterialaufwand, grösserer Metallverbrand [1]), die E
stehung schlechter Producte, Ansatzbildung etc. verbun
sein kann.

Man taxirt die Länge der Nase entweder nach d
Augenmaass oder ermittelt dieselbe mit eisernen Nase
messern. [2])

Zur Conservirung der Nase trägt der Windstrom w
sentlich bei. Dieselbe schmilzt deshalb leicht weg, we

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 95.
2) Ibid. S. 94.

der Wind zu lange abgestellt wird, namentlich wenn höhere Temperatur im Schmelzraume herrscht, z. B. bei Anwendung von Cokes oder Anthracit.

Man hat vergeblich versucht, die Unannehmlichkeiten des Nasenschmelzens bei Silber-, Blei-, Kupfer- und Zinnerzen durch ein Schmelzen mit reiner Form zu umgehen, z. B. beim Verschmelzen der Oberharzer Bleiglanzschliege in einer Art Rastofen.[1]) Der Wind lässt sich wohl zur Erreichung eines gleichmässigen Schmelzens in mehrere Formen vertheilen, aber dieselben sind dann gegen die schädliche Einwirkung der Schwefelungen nicht geschützt.

Das Eintragen der Beschickung geschieht bei höheren Oefen von einem Beschickungsboden aus an der hintern Seite des Ofens. Bei niedrigeren Oefen kommt auch wohl ein Aufgeben von der Seite oder von vorn vor, indem der Arbeiter in letzterem Falle die Schmelzmasse auf dem Kopfe trägt. Das Gestübbe, auf welches die Arbeiter hierbei treten müssen, ist dann wohl durch eine Blechplatte geschützt (Boston). Bei Beschickungsböden ist die Arbeit weit bequemer, das Setzen lässt sich regelmässiger und sicherer ausführen, es setzen sich weniger halberstarrte Massen, welche den Schmelzpunct nicht passirt haben, im Herde fest und man erreicht längere Ofencampagnen (Oberharzer[2]) Bleistein-, Glättfrisch- und Brillenöfen).

c) Die Kohlen werden in der Mitte der Gicht angehäuft und die Beschickung ringsumher vertheilt. Dies geschieht z. B. mit gutem Erfolge auf einigen schwedischen Eisenhütten. Beim Glättfrischen zur Claustbaler Hütte setzt man die Schlacken an die senkrecht niedergehende Hinterwand, davor die Kohlen und an die Seiten und auf dieselben Glätte. Dabei reducirt sich letztere gleichförmiger und gelangt nicht mehr im oxydirten Zustande vor die Form, wo dann die Nase leichter weggeschmolzen und eine grössere Bleiverflüchtigung eintreten würde. Eine Bö-

---

1) Karst., Archiv 2. R. X. 131. Bgwfd. II, 257. — Kerl, Oberharzer Hüttenproz. 1860. S. 576.
2) Kerl, Oberharzer Hüttenproz. 1860. S. 306, 309.

r Hinterwand würde das Herabgleiten von Glät[illegible] ase und somit ein leichteres Wegschmelzen d[illegible] lben anlassen.

T beim normalen Setzen durch irgend einen Umsta[illegible] eine T[illegible]eraturerhöhung oder Erniedrigung ein, so gibt ni[illegible] selten Veränderung der Grösse der Gichten ein gee[illegible] netes Mittel, diese Temperaturschwankungen wieder aus[illegible] gleichen.

Dies kann in nachstehender Weise geschehen:

a) Man lässt gewöhnlich d[illegible] Brennmaterialgichten constant und bricht an Satz al [illegible] ler legt daran zu, wodurch resp. eine Erhöhung und Ern[illegible]rigung der Temperatur eintritt (Oberharzer und U[illegible]arzer Eisen-, Silber-, Blei- und Kupferhütten).

b) Der Erzsatz bleibt [illegible]nt und die Kohlengicht wird verändert (Verschmelzen [illegible]upfererze zu Perm [1]), zu Boston [2]), zu Agordo.)[3]

c) Erz- und Brenn[illegible]ichten bleiben constant und man gibt von Zeit zu Zeit [illegible] ohne Beschickung oder Satz ohne Kohlen auf. So bringt [illegible] B. beim Verschmelzen der Kupfererze zu Atvidaberg, wenn der Ofen durch Anwachsen der Nase einen zu starken Satz anzeigt, zuweilen ein Füllfass Kohlen ohne Beschickung in denselben, bei welchem Verfahren die Kohlen mehr Erz tragen sollen, als wenn man den Satz vermindert. Zu Malapane [4]) gibt man, wenn sich bei anhaltendem Gaargange ein graphitreiches, dickflüssiges Roheisen erzeugt, zu gewisser Zeit mehrere sogenannte scharfe Gichten, d. h. mehr Beschickung als gewöhnlich haltende. Auch sucht man Temperaturschwankungen etc. im Herde dadurch auszugleichen, dass man Erze oder Kohlen durch die Form in den Schmelzraum gelangen lässt (Füttern des Ofens).

[illegible]ennzeichen [illegible]r den nor[illegible]alen Ofengang.

Zur Beurtheilung des Ofenganges, welcher durch Veränderung der Temperatur, unzweckmässige Beschick[illegible]

1) Rivot, Kupferhüttenkunde, deutsch v[illegible]
2) Ibid. S. 219.
3) Ibid. S. 260.
4) Berggeist 1860 Nr. 99.

Nachlässigkeit beim Aufgeben etc. eine Aenderung erleiden kann, dienen hauptsächlich die folgenden Kennzeichen:

a) die Beschaffenheit der Schmelzproducte. Bei normalem Ofengange treten Haupt- und Nebenproducte mit bestimmten Eigenschaften hervor, deren Aenderung auf Unregelmässigkeiten im Ofengange deuten (Umwandlung von grauem Roheisen in weisses, Mussigwerden der Schlacken und des Werkbleies, unvollständige Sonderung der Producte wegen veränderten specifischen Gewichtes, Skumnasbildung etc.). Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Beschaffenheit der Schlacke, welche beim normalen Prozesse eine bestimmte Zusammensetzung, namentlich einen bestimmten Silicirungsgrad zeigt, welcher sich durch äussere Eigenschaften zu erkennen gibt (Verhalten beim Fliessen und Erstarren, Aggregatzustand, Bruchansehen, Farbe etc.);

b) die Beschaffenheit des Herdes, ob sich mehr oder weniger Ansätze auf der Sohle desselben oder hinter der Brust befinden, ob der Wind gehörig durchbläst, ein mehr oder weniger regelmässiges Ausfliessen der Schmelzproducte, namentlich der Schlacke erfolgt, ob unter der Brust eine Flamme mit oder ohne Rauch hervordringt (Tümpelflamme bei Eisenhohöfen, bei Zinnöfen) u. dgl. m. Durch öfteres Untersuchen des Herdes und Ausräumen dabei gefundener Ansätze, durch Reinerhalten der Spur oder des Auges, durch öfteres Lüften der im Vorherd oberflächlich erstarrten Schlacken, Ueberdeckung derselben mit glühenden Kohlen etc. muss man einen guten Ofengang zu erhalten suchen. Ist der Grund zu Versetzungen im Herde ein vorübergehender (zufällige Abkühlung, Herabfallen von abgelösten Theilen der Ofenwände etc.), so lässt sich ein regelmässiger Ofengang leichter wieder herstellen, als wenn die Ansatzbildung immer wiederkehrt und in bedenklicher Weise zunimmt, wo alsdann der Grund derselben sorgfältig erforscht werden muss, um die geeigneten Gegenmittel anwenden zu können. Derselbe kann z. B. liegen: in zu hohem Erzsatz (wo dann unreine, halbgeschmolzene Schlacken hervortreten und rohe Erze vor der Form niedergehen), in einer fehlerhaften Beschickung (Entstehung von unreinen Producten, von Eisensauen, zu basischen oder zu kieselerdereichen, zu dünn-

oder zu zähflüssigen Schlacken, erhöhter Steinfall etc.), in zu hoher Temperatur oder zu reichlicher Entwicklung reducirender Gase (Bildung von Eisensauen, fehlerhafte Ofenconstruction oder Herdzustellung), in der Bildung von Ansätzen (Ofenbrüchen) im Ofenschachte, welche ein Kippen oder Rücken der Gichten veranlassen, so dass die Beschickung noch roh und nicht gehörig vorgewärmt in den Schmelzraum gelangt. Bleibt dieselbe auf den Ofenbrüchen hängen (Hängen des Ofens), findet eine Brückenbildung statt und die Kohlen gelangen allein in den Schmelzraum, so kann eine solche Temperaturerhöhung eintreten, dass die Formmauer durchschmilzt. Mittelst Räumnadeln, welche von oben oder durch Oeffnungen in der Vorwand eingebracht werden, sucht man die Ofenbrüche und den hängen gebliebenen Satz herabzuholen, wodurch dann stets eine periodische Bildung von Ansätzen im Herde stattfindet. Zuweilen lassen sich die angeführten Uebelstände nicht völlig beseitigen, z. B. bei unzweckmässiger Ofenconstruction und Zustellung, wenn die Ofenbruchbildung oder das Ausschmelzen des Herdes zu sehr überhand genommen hat u. dgl. m., und es bleibt dann nichts Anderes übrig, als den Ofen auszublasen.

c) die Beschaffenheit der Form. Bei Oefen ohne Nase kann die Form mehr oder weniger stark leuchten oder dunkel sein, was auf die im Schmelzraum herrschende Temperatur schliessen lässt; es findet ein deutlich sichtbares ruhiges oder ein tumultuarisches Schmelzen vor der Form statt (Gaar- und Rohgang bei Eisenhohöfen), es bilden sich mehr oder weniger stark leuchtende Ansätze an der Form (Frischen im Eisenhohofen) etc.

Entstehen solche Ansätze bei Gaargang, so bringt man wohl Kohlen durch die Form ein; auch Eisenfrischschlacken lösen die Ansätze rasch, greifen aber das Gestell stark an; bei Rohgang gebildete Ansätze sucht man zu entfernen durch Erhöhung der Temperatur (Verminderung des Satzes, Schwächung des Windes, starke Erhitzung desselben etc.).

Bei Oefen mit Nase muss letztere eine bestimmte Länge bei grösserer oder geringerer Helligkeit besitzen. Je länger die Nase in Folge einer Abkühlung bei schlechten und nassen Kohlen, bei zu starkem Satze, bei unregelmässigem

Setzen u. dgl. wird, desto mehr zieht sich der Schmelzpunct nach vorn, die Vorwand kann durchgefeuert werden, die Massen erstarren an der Hinterwand, und das Schmelzen geht langsamer. Man versucht zunächst den Rand der Nase auf die gehörige Länge abzustossen, räumt, wenn sie zu dunkel geworden, Löcher in dieselbe, oder versucht die Nase durch Einbringen von glühenden Kohlen in dieselbe wegzuschmelzen. Hilft dies nicht, so bricht man, zur Erhöhung der Temperatur im Schmelzraum, an Beschickung ab oder gibt auch wohl einige leere Brennmaterialgichten auf. Geht die Nase dadurch dennoch nicht zurück, so muss ein Theil der Vorwand weggenommen und erstere theilweise weggekeilt werden.

Die Länge der Nase muss mit der Tiefe des Ofens in Wechselwirkung stehen. Bei zu kurzer Nase zieht sich das Schmelzen nach hinten, so dass Theile der Brandmauer weggeschmolzen werden können, an der Vorwand und vorn im Herde tritt Abkühlung ein und es bilden sich in reichlicher Menge Ansätze, welche oft nur schwierig zu entfernen sind und ein Aufbrechen des Ofens erforderlich machen können, um die Ansätze auszuräumen und Platz für eine längere Nase zu schaffen. Durch Erhöhung der Beschickungssätze, Einbringen von strengflüssigen Silicaten (Lehm, Thonschiefer etc.) oder Eingiessen von Wasser in die Form sucht man die zurückgegangene Nase wieder zu verlängern.

d) Die Beschaffenheit der Gicht. Von dem Verhältnisse des Erzsatzes zur Kohlengicht hängt der Gang des Ofens mit heller oder dunkler Gicht ab. Die beim Verbrennen des Brennmaterials vor der Form erzeugte Wärme wird zum Theil von den erzeugten Gasen aufgenommen und von diesen wieder beim Emporsteigen in dem Ofen an die Beschickung abgegeben, wodurch dieselbe zum Schmelzen vorbereitet wird. Ist eine hinreichende Menge Beschickung vorhanden, so entweichen die Gase mit einer Temperatur aus der Gicht, bei welcher sie sich an der Luft noch nicht entzünden, die Gicht ist dunkel; bei Mangel an Beschickung erhöht sich die Temperatur im Ofen und die heissen Gase entzünden sich beim

Austritt aus der Schachtmündung, die Gicht wird hell, sie flammt.

Man pflegt deshalb bei Erzen etc., welche ein flüchtiges Schmelzproduct geben (z. B. Bleierzen), den Satz so zu normiren, dass sich die Temperatur im Ofen nicht bis zum Entzünden der Gichtgase erhöht (Oberharzer Bleiarbeit), wofern man nicht absichtlich gewisse schädliche Bestandtheile aus der Beschickung, z. B. Antimon, Arsen, Zink etc. verflüchtigen will (Unterharzer Bleiarbeit). Bricht beim Schmelzen mit dunkler Gicht die Flamme plötzlich hervor, so wird sie mit Wasser ausgegossen, was jedoch auf den Brennmaterialverbrauch ungünstig wirkt, die Ofenbruchbildung befördert und wegen der schädlichen Einwirkung auf die heissen Ofenwände möglichst zu vermeiden ist. Sehr häufig wird das Flammen der Gicht durch die Nachlässigkeit der Aufträger herbeigeführt, wenn dieselben den Ofen nicht zu rechter Zeit speisen. Man kann auch die Gichten im Ofen tiefer niedergehen lassen und dann mehrere Gichten auf einmal eintragen, um das obere Ofengemäuer zu kühlen, oder den Erzsatz erhöhen, oder Erze und Kohlen in zerkleinterem Zustande aufgeben etc. Oefen mit enger Gicht begünstigen, besonders bei Anwendung leichter Kohlen oder roher Brennmaterialien, das Flammen.

Beim Eisenhohofenbetriebe ist noch die Farbe und das mehr oder weniger starke Rauchen der Gichtflamme, sowie ihr mehr oder weniger lebhaftes Aufsteigen mit oder ohne Geräusch zu berücksichtigen.

Damit der Schmelzer unten vor dem Ofen jeder Zeit von der Beschaffenheit der Gicht Kenntniss haben kann, befindet sich wohl im Niveau derselben in der Vorderwand ein schräg ansteigender Canal (Flammloch), welcher beim Flammen der Gicht hell erscheint.

Ursachen der Veränderungen im Ofengange.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, können der Ursachen eines veränderten Ofenganges viele sein. Dieselben müssen umsichtig erforscht und dann die geeigneten Gegenmittel angewandt werden.

Als solche Mittel dienen am gewöhnlichsten: Verminderung oder Vermehrung von Brennmaterial oder Erz, Veränderung der Beschickung durch leicht- oder strengflüssige Zuschläge, Schwächung oder Verstärkung des Gebläses,

stärkere oder schwächere Erhitzung des Windes, Reinerhaltung des Herdes, Herabholung der hängen gebliebenen Beschickung, Einbringen von Kohlen, Erz oder Eisenfrischschlacken durch die Form (Füttern) etc.

Arbeiten im Herde.

6) Arbeiten im Herde. Hierher gehören hauptsächlich folgende:

Abstechen.

a) Die Entfernung der geschmolzenen Massen aus dem Herde. Die vor der Form niedergeschmolzenen Producte fliessen seltener sämmtlich gleich aus dem Ofen und sammeln sich im Stechherde (Brillenöfen); meist separiren sie sich ganz im Innern des Ofens (Tiegelöfen) oder in einem vor und hinter der Vorwand liegenden Sumpfe (Sumpföfen) oder in einem Tiegel vor der Vorwand (Spuröfen mit einem Auge). In den letzteren Fällen lässt man die Schlacke, wenn sie hinreichend flüssig ist, von selbst aus dem Tiegel unter der Rinde von erstarrten Schlacken und Kohlenlösche hervor, auf einer geneigten Schlackentrifft oder über den Rand des Herdes ablaufen.

Zu Kremnitz[1] sind mit gutem Erfolg gusseiserne Schlackenrinnen in Anwendung.

Die Schlacken werden entweder von der Trifft abgeworfen, oder sie sammeln sich in einem Herd und werden daraus scheibenweise weggenommen, oder mittelst maschineller Vorrichtung auf Wagen gehoben (englische Eisenhütten), oder man leitet die Schlacken in Formen behuf Fabrikation von Bausteinen etc. Zu Atvidaberg hängt die Forke zum Abheben der Kupferschlacken aus dem Vorherde in einem Krahne. Bei dem Abfliessen der Schlacken findet neben Erleichterung der Arbeit eine bessere Absonderung derselben von den metallischen Producten statt. Durch Aufstreuen von Kohlenlösche auf die Schlacken und öfteres Lüften derselben im Vorherde wird das Abfliessen befördert. Zähflüssige Schlacken müssen jedoch aus dem Ofen geholt und über den Vorherd abgezogen oder mit Schaufeln oder Forken scheibenweise abgehoben werden. Nur sehr selten werden die Schlacken mit den übrigen Producten abgestochen (Tiegelöfen mit geschlossener Brust) und fliessen damit ab, wie

1) Oester. Zeitschr. 1857. No. 22.

z. B. bei der Schwarzkupferarbeit zu Atvidaberg, wo Stein und Schlacke durch die Brust ausfliessen, während das Schwarzkupfer durch einen Stichcanal in der einen Wange abgelassen wird. Der Stein setzt sich meist in der ersten oder zweiten Vertiefung (S. 446) der Schlackentrifft ab und fliesst aus der erstarrten Schlacke aus, wenn man dieselbe in noch rothglühendem Zustande umkippt und durch einen starken Stoss mit einem schweren Eisen spaltet. Zu Fahlun lässt man bei der Schwarzkupferarbeit die Schlacke bis auf 1—2 Zoll Höhe über den Stein abfliessen und sticht dann Schwarzkupfer, Stein und etwas Schlacke in eine eiserne Form gemeinschaftlich ab. Letztere wird mit einer hölzernen Krücke abgezogen und beim Schwarzkupferschmelzen wieder zugesetzt.

Sobald sich der Tiegel mit den Hauptproducten (Metall, Legirung, Speise oder Lech) angefüllt hat, öffnet man bei abgestelltem Gebläse die verschlossene Oeffnung des Stichcanals allmälig mittelst eines vorher erwärmten spitzen Eisens (Stecheisen), indem man nöthigenfalls mit einem Fäustel dessen Spitze eintreibt. Dann lässt man die Massen so lange in gleichmässigem Strome in den vorher abgewärmten Stechherd oder in eine eiserne Pfanne (Kupferfrischen) oder durch eine eiserne Rinne in Sandformen (Rohstein zu Atvidaberg) oder in eiserne Formen (Schwarzkupfer zu Atvidaberg) fliessen, bis Schlacke kommt, welche sich an ihrer Farbe und der Art des Fliessens zu erkennen gibt. Dauert das Abfliessen der Massen lange, so bringt man ein flammendes Holzstück in den Stichcanal (Atvidaberg). Man lässt auch wohl zuerst Schlacken in den Stechherd laufen, nimmt sie wieder heraus und sticht den Stein in den dadurch vorgewärmten Herd ab (Agordo). Dann wird die Stichöffnung mittelst eines an eine Holzstange angedrückten feuchten Lehm- oder Gestübbepfropfens, den man sorgfältig anbringt, geschlossen. Zuweilen schiebt man einen Holzpflock voran und erst auf diesen den Lehmpfropf, wo sich dann letzterer während der Verkohlung des ersteren hinreichend erwärmt; oder man umstampft einen 6—8 Fuss langen Holzstab mit Sand und zieht nach einiger Zeit denselben zurück, wo dann die verkohlte Spitze im Stiche sitzen bleibt und hinlänglichen Verschluss bietet (Atvidaberg). Bei fressenden

Schmelzproducten, namentlich bei an Schwefeleisen reichen Lechen dringen dieselben in die Wände des Stichcanals und in den Thonpfropf ein, der Stich wird sehr hart und demnächst beim Aufstechen durch Ausbrechen der Wandungen zu gross, so dass man ihn — eine lästige Arbeit — erst wieder schliessen kann, wenn sämmtliche geschmolzenen Massen, auch die Schlacke, ausgeflossen sind. In solchem Falle empfiehlt sich ein Verschliessen des Stiches mit einem Holzpflocke.

Nachdem dann Herd und Vorherd von Ansätzen sorgfältig gereinigt, wirft man Lösche, erhärtete Schlackenplatten etc. auf den Vortiegel, lässt das Gebläse an und beginnt das Schmelzen wieder. Sollte ein Durchblasen des Ofens stattfinden, d. h. die Flamme mit metallischen Dämpfen unter der Brust hervortreten, so sucht man letztere dadurch zu schliessen, dass man Schlacken heraufholt, Kohlenlösche auf den Herdtiegel streut, den Vorherd in der Nähe des Herdtiegels erhöht und sich Schlacken in demselben ansammeln lässt, auch wohl den Wind schwächt. Ein schadhaft gewordener Stichherd wird ausgebessert und nöthigenfalls bei Abstellung des Gebläses aufgehauen und erneuert. Zuweilen sind zwei Stiche vorhanden, welche abwechselnd gebraucht werden.

Bei Anwendung eines dichteren Brennmaterials (z. B. Anthracit in den Bostoner Kupferöfen) wird beim Abstechen der Wind erst dann abgestellt, wenn Schlacken kommen. Wollte man ihn zu lange abstellen, so würde die Nase wegschmelzen, welche nur durch den Wind geschützt wird. Je grösser der Abstich, desto weniger wird der Ofen abgekühlt.

Die im Stechherde angesammelten Massen werden entweder im flüssigen Zustande in Formen geschöpft (Frischblei beim Glättefrischen), oder in Formen geleitet (Roheisen), oder in Scheiben gerissen und abgehoben (Kupferstein bei der Kupferroharbeit, Eisenplattl), oder ein Theil der Producte in Scheiben abgehoben, ein anderer im flüssigen Zustande ausgekellt (Werkblei ausgekellt und Bleistein abgehoben; zu Perm beim Verschmelzen eisenreicher oxydischer

Kupfererze Roheisen in Scheiben abgehoben, Schwarzkupfer in gusseiserne Formen ausgekellt).

Beim Eisenhohofenbetrieb wird das Roheisen zuweilen direct aus dem Vorherd ausgeschöpft (Oefen mit offener Brust), oder man hat, um eine zu starke Abkühlung des Herdes zu verhindern, Schöpftiegel, Schöpfherde und Stichherde. Die Schlacken fliessen entweder von selbst ab oder werden mit dem Roheisen oder durch einen besonderen Schlackenabstich aus dem Ofen entfernt.

Die verschiedenen Producte separiren sich im Herde um so vollständiger, je flüssiger sie sind und je grösser die Differenz ihrer specifischen Gewichte, z. B. leichter Metalle und Schlacken (Roheisendarstellung, Glättefrischen, Schwarzkupferbereitung); schwieriger trennen sich Stein, Speise und Schlacke, namentlich wenn letztere eisenreich ist (Verschmelzen eisenreicher Kupfererze), oder wenn sich zwischen Stein und Schlacke oxysulphurethaltige Producte (Skumnas) bilden (Verschmelzen zinkblendiger Kupfererze und schwerspäthiger Bleierze).

Die feurig-flüssigen Producte dürfen nicht mit Wasser zusammenkommen, weil sonst gefährliche Explosionen entstehen können. [1])

Zuweilen sind die Formen, in welche die geschmolzenen Producte (Blei, raffinirtes Kupfer, Schwarzkupfer) mit Zeichen am Boden versehen, mit deren Hülfe man ihre Beschaffenheit erkennen kann.

b) Das Ausräumen von Ansätzen (Bühnen, Sauen) aus dem Herde, gewöhnlich nur nach dem jedesmaligen Abstechen der Schmelzmassen, aber auch wohl zu anderen Zeiten, mittelst meisselartiger oder vorn gekrümmter Brechstangen (Rengel, Räumeisen, Brusträumer).

c) Reparaturen, welche die Erneuerung zerstörter Theile des Gemäuers (Vorwand, Formwand, Auswechseln des Wallsteins oder Tümpels) oder des aus Gestübbe hergestellten Vorherdes, des Stichs etc. bezwecken. Soll eine Re-

---

1) Explosion beim Zusammentreffen von flüssigem Bleistein mit Wasser zur Claustaler Hütte, in B. u. h. Ztg. 1860. S. 136.

paratur des Vorherdes vorgenommen werden, so stellt man das Gebläse ab, verschliesst die Formöffnung durch Lehm, sticht die geschmolzenen Massen ab, entleert den Herd vollständig, nimmt das Gestübbe über dem Stich weg und schiebt durch die Spur ein Stück Holz in den Ofen, damit die Ofenfüllung nicht herabrückt. Nachdem die Ofenbrust mit feuchtem Gestübbe geschlossen, wird das alte Gestübbe aus dem Vorherd ausgeräumt, bei Legung eines neuen Stiches durch frisches ersetzt, der neue Vorherd abgewärmt und nach geöffneter Brust und Form der Ofen wieder in Gang gesetzt.

Hat man eine Erneuerung der Ofensohle im Innern vorzunehmen, so muss die Schmelzsäule durch Roststäbe abgefangen werden. Nicht ohne grosse Schwierigkeiten sind zuweilen Reparaturen am Herde der Eisenhohöfen.[1]) Bei Massengestellen kommen weniger mechanische Beschädigungen vor, und die Reparaturen sind leichter, als bei gemauerten Gestellen.

d) Auswechseln der Form und Veränderung der Windstellung.

e) Dämpfen oder Verdämmen des Ofens. Muss der Ofenbetrieb bei grösseren Oefen, welche lange Campagnen machen und bedeutende Kosten bei öfterer Unterbrechung der Campagne veranlassen würden, z. B. wegen zufälligen Mangels an Brennmaterial, wegen Reparaturen am Gebläse etc. einige Zeit unterbrochen werden, so lässt man die Erzgichten niedergehen, füllt nur Brennmaterial nach, sticht die geschmolzenen Massen ab, unterbricht den Windzutritt, nimmt den Wallstein weg und verschliesst Brust, Gicht und Form möglichst dicht. Man kann so den Ofen einige Tage in Gluth erhalten, wenn man nur von Zeit zu Zeit die Asche ausräumt. Soll der Ofen wieder in Betrieb gesetzt werden, so gibt man Erzsätze in rasch steigendem Verhältniss auf, wobei man sich aber vor Ueberladung des Ofens zu hüten

1) Jakoyer, über zufällige Störungen im Gange der Eisenhohöfen, in: B. u. h. Ztg. 1859. S. 399.

hat, durch welche sehr bedenkliche Zustände herbeigeführt werden können, z. B. bei Eisenhohöfen.[1])

Zuweilen kann eine längere Sistirung des Ofenbetriebes durch ganz besondere Veranlassungen, z. B. Ueberschwemmungen[2]), herbeigeführt werden.

f) Entfernung der Ofenbrüche. Lassen sich die Ofenbrüche durch die Räumnadel (S. 462) nicht entfernen, so lässt man wohl den Ofen bis unter dieselben niedergehen, gibt noch einmal Kohlen auf, stellt das Gebläse ab, giesst die Flamme aus und die Seitenwände kalt und keilt die Ofenbrüche los, worauf der Ofen anfangs mit leichten Sätzen wieder gefüllt und das Gebläse angelassen wird (Atvidaberg). Auch kann man den Ofen bis unter die Ofenbrüche niedergehen lassen und ein lebhaftes Holzfeuer im Ofen unterhalten, wobei die Ansätze wegschmelzen (Oberharzer Silberhütten.) Jedoch helfen diese Mittel nur, wenn die Ofenbrüche nicht bis über eine gewisse Grenze angewachsen sind.

g) Ausblasen, Niederblasen, Ausschuren, Kaltlegen der Oefen. Die Zeitdauer, während welcher ein Ofen im Gange ist, nennt man Schmelzcampagne, Hüttenreise. Ihr Ende kann durch verschiedene Umstände herbeigeführt werden, z. B. durch eintretenden Mangel an Brennmaterial oder Erz, durch zu starkes Ausbrennen des Schmelzraumes, durch Ofenbruchbildung, durch besondere Unfälle u. dgl. m. Sind die Ofenwände in der Gegend der Form zu stark angegriffen, so lassen sich die Schmelzmassen nur bei einem bedeutenden Aufwand an Brennmaterial flüssig erhalten. Man schreitet alsdann zum Ausblasen, d. h. man lässt die Beschickung, ohne neue aufzugeben, mit dem Brennmateriale bei allmälig geschwächtem Winde und zuletzt wohl noch unter Nachsetzen einiger Gichten leichtflüssiger Schlacken zum Ablösen der Ansätze bis zur Form niedergehen, sticht die geschmolzenen Massen ab, stösst die Vorwand ein, räumt den Inhalt des Erzes in noch glühendem

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 400.
2) Ibid. S. 401.

Zustande aus und bricht nöthigenfalls die Ofensauen aus. Bei dieser Art des Ausblasens leiden die oberen Ofentheile von der Hitze sehr und es findet bei flüchtigen Metallen ein bedeutender Metallverlust statt, weshalb es nach TUNNER [1]) zweckmässiger ist, den Ofen so lange voll Brennmaterial zu halten, bis die Beschickung die Form passirt hat und alles Geschmolzene abgelassen ist, dann aber alle zum Ofen führenden Oeffnungen zu verschliessen und, nachdem derselbe abgekühlt, die Kohlen unter stetem Wasserzugiessen durch die vorher eingestossene Brust auszuräumen.

Nach gehörigem Abkühlen kann der Ofen wieder für eine neue Campagne hergerichtet werden.

Dauer der Schmelzcampagne

Die Dauer der Schmelzcampagne ist nach der Beschaffenheit des Schmelzgutes, der Ofenbaumaterialien, der Betriebsführung etc. sehr verschieden. Die Oker'schen Kupferschmelzöfen gehen nur 3 Tage, Eisenhohöfen ein bis mehrere, selbst bis 8 Jahre [2]), ein Hohofen zu Rothehütte am Harze war über 9 Jahre im Gange. [3]) In England hat man Beispiele von 10—15, ja von 20jährigen Campagnen bei Eisenhohöfen. Durch Herstellung genauer Zeichnungen von ausgeblasenen Oefen kann man oft zu einer zweckmässigen Construction derselben gelangen.

Schmelzausweis.

Es empfiehlt sich, die bei der Campagne erreichten Erfolge in Gestalt eines ökonomischen und technischen Manipulationsausweises in ein Schmelzbuch einzutragen, um eine möglichst vollständige Einsicht in den abgeführten Prozess zu erhalten. Ein solcher Ausweis hat im Wesentlichen zu enthalten:

Quantität der in einer gewissen Zeit verschmolzenen Producte und Zuschläge, deren Metallgehalt nach der Probe, Productenerfolg, Metallgehalt der Producte nach der Probe, Materialverbrauch, Berechnung des Materialverbrauchs, sowie des Metallausbringens auf eine bestimmte Einheit (1 Rost, 1 Centner), auf welche auch die Schmelzkosten zu reduciren sind.

---

1) Bgwfd. VIII, 14.

2) Bgwfd. IX, 91; XI, 332. B. u. h. Ztg. 1847. S. 304. Oester. Zeitschr. 1853. p. 249, 283, 367. KRAUS, Jahrb. 1855.

3) WEHRIGER, der pract. Schmelzmeister. Carlsbad 1859. Taf. LVII, Zeichnung vom Rotheh. Ofen nach dem Ausblasen.

Hinsichtlich der Ofenzustellung, der Windführung (Anzahl der Düsen, Pressung, Düsendurchmesser, Windmenge), des Ofenganges und sonstiger Wahrnehmungen sind besondere Notizen zu machen.

Markus[1]) hat einen solchen technischen Manipulationsausweis über den Joachimsthaler Hüttenprozess mitgetheilt.

Schattenseiten des Schachtofenbetriebes.

§. 70. Uebelstände beim Schachtofenbetriebe. Mit dem Betriebe der Schachtöfen sind mancherlei Uebelstände verbunden[2]), als:

1) ein dunkler, unübersichtlicher Betrieb.

2) ein bedeutender Wärmeverlust durch Gasbildung bei der Verbrennung und durch Ausstrahlung (S. 418).

3) die Anwendung von meist verkohlten Brennmaterialien, wodurch nur die Hälfte des im rohen Brennmateriale enthaltenen Kohlenstoffs zur Nutzung kommt (S. 420).

4) die mitunter schädliche Einwirkung des Brennmaterials auf das Schmelzproduct (schwefelhaltige Cokes auf Eisen).

5) die Nothwendigkeit einer kostspieligen Gebläsevorrichtung.

6) die Wirkung der Hitze in einem kleinen Raume und somit auf eine verhältnissmässig geringe Menge Erz, wovon wieder das Durchsetzquantum in einer gewissen Zeit abhängig ist.

C. Flammöfen.

Construction der Flammöfen.

§. 71. Construction. Flammöfen sind mehr weite als hohe Räume, in welchen das Röst- oder Schmelzgut nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmateriale sich befindet, sondern von dessen Flamme getroffen wird.

Anwendbarkeit der Flammöfen.

Ueber die Anwendbarbeit dieser Apparate entscheidet hauptsächlich das Vorhandensein passend geeigenschafteter, billiger, roher Brennmaterialien (Kupfer-, Blei-, Zinnhüttenprozesse u. a.) und der Umstand, dass die einer chemischen Behandlung zu unterwerfende Substanz die Berührung mit dem Brennmaterial nicht verträgt, z. B. bei Oxydationsprozessen (Abtreiben des Werkbleies, Raffiniren des Kupfers,

1) Oester. Zeitschr. 1857. No. 1. B. u. h. Ztg. 1857. S. 94.
2) Bgwfd. IX, 466.

Puddeln des Roheisens, Röstprozesse), beim Umschmelzen des Roheisens u. dgl. m.

Hauptthei der Flammöfen.

Die meisten Flammöfen (Zugflammöfen) bestehen aus drei Haupttheilen, dem Feuerungsraum (Windofen, Heizraum), dem Herd- oder Arbeitsraum und der Esse (Schlot, Schornstein, Rauchfang). Esse und Arbeitsraum sind entweder unmittelbar durch einen Canal (Fuchs) in Verbindung gesetzt, oder zwischen Fuchs und Esse sind Flugstaubkammern oder Condensatoren zur Verdichtung aus dem Herdraum entweichender Gase und Dämpfe vorhanden.

Zuweilen sind die Flammöfen mit Gebläsevorrichtungen in Verbindung (Gebläseflammöfen). Es soll dadurch entweder die kostspielige Esse ersetzt werden, indem man comprimirten Wind unter den Rost leitet oder das Gebläse hinter dem Fuchse saugend, als Exhaustor, wirken lässt (Puddelöfen), oder man will, wie bei Gasflammöfen, brennbare Gase mittelst Gebläseluft erzeugen und dieselben verbrennen, oder es soll auf das Schmelzgut eine kräftig oxydirende Wirkung ausgeübt werden (Treibofen, Spleissofen).

Einrichtung des Feuerungsraumes.

I) Der Feuerungsraum besteht aus einem parallelepipedischen Raume, dessen oberer Theil sich dem Herdgewölbe in der Weise anschliesst, dass zwischen Feuerungs- und Herdraum eine Oeffnung (Flammenloch, Flammenluke) bleibt, welche zur Ableitung der Flamme in den Herdraum dient und nach unten durch die Feuerbrücke oder den Balken begrenzt wird. Zum Einbringen des Brennmaterials in den Feuerungsraum dient eine seitlich oder im Gewölbe angebrachte Oeffnung (Schürloch, Schürgasse).

Der Feuerungsraum muss aus schlechten Wärmeleitern hergestellt werden, und am besten eignen sich dazu feuerfeste Steine.[1]) Seltener ist derselbe von feuerfester Masse aufgestampft (Zinköfen). Bei gutem Brennmaterial, guten Steinkohlen, macht man ihn, z. B. bei Puddelöfen, quadratisch von etwa 40—46 Z. Seitenlänge; bei schlechterem Brennmaterial, wie Braunkohlen, gibt man ihm wohl eine trape-

1) Ueber feuerfeste Materialien: Berggeist 1860 Nr. 97, 100. Schlesische Wochenschrift 1860 Nr. 52.

zoidale Form von etwa 3 und 4 F. Seitenlänge, die grössere Länge nach der Feuerbrücke zu.

Je nach der Beschaffenheit des zu Gebote stehenden Brennmaterials, der mehr oder weniger erforderlichen Regulirung der Temperatur u. dgl. kommen nachstehende hauptsächlichste Constructionen an den Verbrennungsvorrichtungen vor:

Anwendbarkeit dieser Methode.

A) Die Heizung geschieht mit festem flammegebenden Brennmaterial. Die Anwendung dieser Feuerungsmethode bei Hüttenprozessen empfiehlt sich, wenn gute, aschenarme, langflammige Brennstoffe (S. 177) vorhanden sind und der Prozess eine leichte und rasche Regulirung der Temperatur in verschiedenen Perioden erfordert. Gewöhnlich wendet man in solchem Falle Steinkohlen (S. 327) und je nach dem Grade der hervorzubringenden Temperatur mehr oder weniger getrocknetes Holz (S. 242) an. Torf (S. 269) und Braunkohlen (S. 279) eignen sich nur dann, wenn sie nicht zu aschenreich, trocken und hinreichend flammbar sind.

Dem verbrennenden festen Brennmaterial können als Unterlage dienen:

Planröste.

1) Horizontale oder Planröste [1]), aus parallel in Zwischenräumen neben einander gelegten Stäben von Guss- oder Schmiedeeisen (Traillen, Drallen), oder aus gebranntem Thon, oder aus gemauerten Bogen (Gurten-, Ziegel-, Steinroste) bestehend. Der Flächeninhalt der Zwischenräume, die eigentlich wirksame Rostfläche, muss in einem gewissen Verhältnisse zum Essenquerschnitte und zur ganzen Rostfläche stehen, damit die zur Verbrennung erforderliche Menge Luft zutreten kann, und dieselbe ist um so grösser zu nehmen, je höhere Temperatur durch rasche Verbrennung erzeugt werden soll und je dichter und schwerer entzündlich das Brennmaterial ist.

Wirksame Rostfläche.

Das gewöhnlichste Verhältniss des Flächeninhaltes der gesammten Rostöffnungen zu der ganzen Rostfläche liegt zwischen 1 : 3 und 1 : 6, ist selten grösser als 6 und kleiner als 3. Cokes, Holz, Holzkohlen und Torf bedürfen keiner

1) Scholl, Führer des Maschinisten.

so grossen Rostoberflächen, als Steinkohlen, welche den Rost am meisten verstopfen und zur Verbrennung die meiste Luft erfordern. Es bedarf zur Verbrennung 1 Kilogramm von verschiedenen Brennstoffen nachstehende Quantitäten Luft:[1] Holz völlig trocken 4,707, Holz lufttrocken 3,295, Torf gut getrocknet mit 58 C., 2 freiem H und 5 Asche 5,684, lufttrockner Torf mit 30% Wasser 3,978, Steinkohle mit 82 C, 4 freiem H, 12 O und 2 Asche 8,348, Holzkohlen mit 86 C, 7 Asche und 7 Wasser 7,638, Torfkohle mit 20% Asche 7,105 und Cokes mit 2—15% Asche 8,703—7,549 Cubikmeter Luft von 0° und 0,76 M. Druck (1 Cubikmeter Luft = 1,29 Kilogramm). Reiner Kohlenstoff erfordert 8,881 und Wasserstoff 26,638 Cubikmeter Luft.

Für Steinkohlen nimmt man in der Regel die Summe der Rostspalten zu 1/4, für Holz und Torf zu 1/5 bis 1/7 der ganzen Rostfläche. Bei diesen Verhältnissen wird der Bedingung entsprochen, dass der Rost hinreichende Fläche hat, um das Brennmaterial nicht in zu hohen Lagen aufzunehmen, weil sonst eine unvollkommene Verbrennung stattfindet. Erfahrungsmässig hat man für jede 12 Pfund backender Steinkohlen, welche in 1 Stunde verbrannt werden sollen, 1 Quadratfuss wirksame Rostfläche zu geben.

Die gesammte Oberfläche des Rostes entspricht bei 1/4 wirksamer Rostfläche auf das Quadratdecimeter in der Stunde einem Verbrauche von 0,2—1,5 Kilogr., durchschn. 1 Kilogr. Steinkohle, 3—4 Kilogr. Cokes und 3,3 Kilogr. Holz und Torf.

Grösse Rostspal

Die Weite der Zwischenräume zwischen den Roststäben richtet sich hauptsächlich nach der Zusammensetzung und Grösse des Brennmaterials, sowie nach der Menge und der Beschaffenheit seiner Asche.

Für gröbere Steinkohlen nimmt man bis 1/2 Zoll weite Oeffnungen und kann damit bei reinem, aschenarmen Steinkohlengrus bis auf 4 Linien herabgehen. Magere Steinkohlen und Anthracite, welche im Feuer zer-

1) Péclet, Anwendung der Wärme, deutsch von Hartmann. 1860, Bd. I, S. 67. Schinz in: B. u. h. Ztg. 1857. S. 76.

springen, erfordern dünne Roststäbe mit geringeren Zwischenräumen; im Feuer nicht zerspringende Anthracite können auf gewöhnlichen Rosten verbrannt werden. Bei Braunkohlenklein lässt man etwa $^1/_8$ Z., bei erdigen, zu Klötzen geformten Braunkohlen, welche viel Asche und Schlacke geben, 4—6 Lin. weite Rostspalten. Für Holz, Lignite und viele Torfsorten sind $^1/_4$zöllige und grössere Zwischenräume anwendbar. Sägespäne, pulverförmige Lohe etc. verbrennt man gewöhnlich nicht direct auf einem Roste, sondern gibt denselben eine Unterlage von Cokes oder Cindern. Je dichter das Brennmaterial ist und je mehr sich dasselbe auf dem Roste zusammenlegt, um so schmäler nimmt man die Traillen, z. B. bei Steinkohlen 1—1$^1/_2$ Zoll, bei erdigen, staubigen Braunkohlen $^1/_2$ Zoll, bei erdigen Braunkohlen in Klötzen $^3/_4$—1 Zoll, bei Ligniten, Holz und Torf bis mehrere Zoll breit.

Lage der Roststäbe. Man legt die Roststäbe entweder der Länge nach (Taf. X. Fig. 238) oder quer (Taf. X. Fig. 235) in den Feuerungsraum, je nachdem ein öfteres Lüften des Rostes von Asche erforderlich ist (Steinkohlen, Braunkohlen), oder nicht (Holz). Da bei langen Rosten das Verbrennen wegen nicht gleichmässigen Luftzutrittes hinten schwächer stattfindet als vorn, so gibt man bei Querrösten den Traillen nach hinten hin immer grössere Zwischenräume. So betragen z. B. die Zwischenräume der 7 eisernen, 4 Zoll breiten Traillen in den Treiböfen zu Clausthaler Hütte (Taf. XI. Fig. 269) 1$^1/_2$, 2, 2$^3/_4$, 3$^1/_2$, 4$^1/_4$, 5, 6 und 6$^1/_4$ Zoll, von vorn nach hinten zunehmend.

Ansteigen des Rostes. Da das Feuer hinten auf den Rosten schlechter brennt, als vorn, so gibt man zur Herstellung einer mehr gleichmässigen Feuerung dem Rost wohl einiges Ansteigen nach hinten, damit hier eine weniger dicke Brennmateriallage sich bildet, welche von der Luft vollständiger durchdrungen werden kann. Auch wird dabei die Flamme vor dem Eintritt in den zu heizenden Raum mit der heisseren Luft in innigere Berührung gebracht und eine vollständigere Rauchverbrennung erzielt.

Bei einer Neigung des Rostes nach hinten lässt sich zwar leichter sehen, ob der Rost verstopft oder offen ist,

allein das Brennmaterial häuft sich dabei sehr nach hinten hin an und wird mehr verkohlt, als verbrannt. Man findet eine solche Neigung wohl bei sehr flammenden Brennstoffen, z. B. bei Puddelöfen mit Steinkohlenfeuerung. Die Luft kann dabei besser zum hintern Theil des Rostes gelangen, als bei Planrösten.

Rostmaterial.

Wie bereits angeführt, können die Roste aus Gusseisen, Schmiedeeisen, Thon und Mauerung bestehen.

Gusseiserne Traillen.

Gusseiserne Traillen empfehlen sich hinsichtlich ihrer Dauer und Wohlfeilheit bei Feuerungen, welche keine sehr hohen Temperaturen erfordern, wo die Verbrennung immer gleichmässig fortgeht und die Wartung des Feuers sorgfältig geschieht. Unter solchen Umständen verbiegen und werfen sich dieselben bei passender Construction weit weniger, als schmiedeeiserne und werden weniger angegriffen, namentlich wenn man sie aus sonst kaum zu verwendenden schlechten, in weisses, hartes Eisen übergehenden Roheisensorten anfertigt. Gutes graues Giessereiroheisen ist theurer und wirft sich leichter.

Die grösste Dauer erhält ein Rost, wenn man den Traillen die Form eines Fischbauches (Taf. IX. Fig. 226) gibt, womit auch noch andere Vortheile verbunden sind (S. 180). Die Verstärkungsrippe A (der Fischbauch) wird nach unten schmäler, damit die Luft besser durchdringen, Asche und Schlacke leicht herunterfallen und eine Reinigung des Rostes von unten bequemer vorgenommen werden kann. Die gewölbte Oberfläche der Stäbe muss möglichst frei von Blasen sein, damit die Asche nicht darauf zu fest anbackt. Eine Hohlkehle D in derselben nimmt Asche auf, schützt als schlechter Wärmeleiter die Traille vor der zu starken Einwirkung der Hitze und wirkt bei eingestellter Feuerung wegen langsamerer Abkühlung einem Werfen entgegen. Auch sind wohl bei sehr glatter Oberfläche die Kanten der Stäbe gebrochen oder letztere mit Querrinnen versehen, wodurch der Luftzutritt zum Brennstoff befördert wird.

Die Enden B der Roststäbe sind mit Ansätzen oder Verstärkungen von der halben Breite des Zwischenraumes versehen, damit sich die parallel zusammengelegten Stäbe

nicht verschieben. Längere Stäbe (über $2\frac{1}{4}$—$2\frac{1}{2}$ Fuss) erhalten, um einem Werfen entgegen zu wirken, auch in der Mitte solche Ansätze C und durch Rostbalken eine gehörige Unterstützung. Die Stäbe müssen ihrer Ausdehnung wegen mit einem kleinen Spielraum auf den ins Mauerwerk eingelassenen Rostbalken liegen, an jedem Kopfende etwa 2—3 Linien frei bleiben. Man kann diesen Spielraum zu $\frac{1}{24}$ von der Länge der Stäbe annehmen.

Man macht die Roststäbe höchstens $4\frac{1}{2}$ F. lang und gibt ihnen 1—$1\frac{1}{2}$ Z. Breite. Ist ein längerer Rost erforderlich, so muss man doppelte Längen nehmen und in der Mitte einen Träger anbringen (Taf. X. Fig. 246, 250, 255; Taf. XI. Fig. 260, 267). Zu lange Roste (über 5—6 F.) lassen sich zu schwer gleichmässig beschicken und erfordern an beiden Seiten Schüröffnungen (Taf. XI. Fig. 260). Bei gegebener Länge l des Rostes zwischen den Auflagern lassen sich die übrigen Dimensionen eines Roststabes (Taf. IX. Fig. 226) nach SCHOLL durch folgende Formeln darstellen: $h=\frac{1}{7}-\frac{1}{8}\,l$, $m=\frac{1}{4}\,h$, $n=\frac{1}{3}\,h$, $o=\frac{1}{2}\,h$, $p=\frac{1}{10}\,h$, $q=1-1\frac{1}{2}''$, $r=1''4'''-2''=\frac{1}{3}q$, $s=\frac{1}{3}q$.

Schmiedeeiserne Traillen.

Schmiedeeiserne Roststäbe, obgleich theuerer, zieht man den gusseisernen bei oft unterbrochener Feuerung, bei Erzeugung höherer Temperaturen und auch dann vor, wenn sich die verschlackte Asche an denselben so fest ansetzt, dass sie nach dem Herausziehen der Stäbe davon abgeschlagen werden muss, was gusseiserne, ohne zu springen, nicht ertragen.

Da die Stäbe durch die Hitze verbogen werden, so muss man sie von Zeit zu Zeit wieder richten. Durch öfteres Umlegen der unteren Seite nach oben und umgekehrt sucht man das Werfen zu vermindern. Man gibt den Stäben eine quadratische Form und legt sie flach auf flache oder eingekerbte Rostbalken oder mit den Enden ins Gemäuer ein. Werden sie, wie zuweilen, mit der Diagonale senkrecht gestellt, so werfen sie sich leichter, der Rost verstopft sich alsbald, weil die Schlacken schwieriger abfallen, und an das Auflager müssen Vertiefungen besonders geschmiedet werden.

Man gibt geschmiedeten Stäben, damit sie sich nicht zu

leicht verbiegen, 1 — $1^1/_4$ Zoll Seite und alle 2 Fuss Unterstützungen durch Rostbalken.

Thönerne Traillen

Aus Thon gebrannte Traillen werden selten angewandt und gestatten nur kurze Längen. So hat man z. B. auf Andreasberger Silberhütte im Harze bei Treiböfen mit Holzfeuerung eiserne Traillen durch aus Thonschiefermehl geformte ersetzt, welche in der dasigen Thonwaarenfabrik gebrannt werden. Eine solche Traille wiegt 80 Pfund. Steinkohlen- und Cokesasche würden solche Roste bald unbrauchbar machen.

Gemauerte Roste

Gemauerte Gurten- oder Ziegelroste ertragen, aus feuerfestem Material hergestellt, grössere Temperaturen als eiserne, sind in der Anlage wohlfeiler und werden meist nur für Holz angewandt, weil die einzelnen Stäbe verhältnissmässig breit sein und grosse Zwischenräume gegeben werden müssen, um eine hinreichend wirksame Rostfläche zu erhalten. Bei aschenreichem Brennmaterial werden die Ziegelroste beim Aufräumen schnell zerstört. Sie sind z. B. beim Brennen von Töpfergeschirr, bei Siedeprozessen [1]), bei Puddelöfen etc. in Anwendung, doch bedient man sich statt ihrer auch wohl einer Pultfeuerung. Die Flammöfen zum Rösten der Schwarzkupfermehle in Tajowa haben solche Gurtenroste in 1—$1^1/_2$ Zoll Abstand von einander, der Breite der Feuergasse nach. Dieselben zeigen vor den gusseisernen Rosten den Vortheil, dass sie sich nicht werfen, nicht so schnell zerstört werden, sich leicht repariren lassen und billiger sind.

Schürvorrichtungen

Das Einbringen des Brennmaterials auf den Rost geschieht entweder oberhalb des Rostes durch eine Oeffnung im Gewölbe oder seitlich durch einen Canal (Schürloch, Schürgasse). In letzterem Falle wird das Schürloch entweder nach jedesmaligem Schüren durch eine gusseiserne oder mit Ziegeln theilweise ausgesetzte eiserne Thür dicht verschlossen (Taf. XI. Fig. 268), oder es befindet sich vor dem Schürloch ein blecherner Trichter, den man mit Brennmaterial (Steinkohlen, Braunkohlen) immer gefüllt erhält und beim Schüren letzteres nur vorschiebt (Taf. XI. Fig. 275).

---

1) Muspratt-Stohmann's techn. Chem. III, 1334.

Da hierbei das Schürloch immer geschlossen bleibt, so wird eine Abkühlung im Schürraume vermieden, welche beim jedesmaligen Schüren eintritt, wenn das Schürloch mit einer Thür versehen ist (S. 179). Bei langen Rosten können an beiden schmalen Seiten Schürlöcher vorhanden sein.

Eine Schüröffnung im Gewölbe mit Fülltrichter und Schieber darüber (Taf. II. Fig. 50) empfiehlt sich, wenn in Stücken vorhandenes Brennmaterial nicht gut auf die Schaufel genommen und durch eine gewöhnliche Schüröffnung eingeworfen, und wenn die entstandene, nicht backende Asche von unten vom Roste entfernt werden kann (Torf). Man lässt das Material gewöhnlich nicht direct auf den Rost fallen, sondern zuvor auf eine etwa 50° geneigte Fläche, von welcher dasselbe alsdann nach der Mitte des Rostes zu rutscht.

Aschenfall. Der Raum unter dem Roste, der **Aschenfall, Aschenkasten**, dient zur Aufnahme der durch den Rost fallenden Asche und zur Zuführung von Luft unter den Rost, indem der Aschenfall durch eine Oeffnung mit der atmosphärischen Luft communicirt.

Bei Zuleitung der Luft an der langen Seite des Rostes findet eine gleichmässigere Verbrennung, als bei Zuleitung an der vordern schmalen Seite statt, indem der Rost hinten schwerer offen zu erhalten ist, als vorn, und die vorn eindringende kalte Luft die verbrannten Gase nach hinten treibt, wo das an sich schon weniger reine Feuer frischer und starker Strömung bedarf.

Die Oeffnung zum Aschenfall muss mindestens den Querschnitt der Esse haben, gewöhnlich macht man sie grösser; auch darf der Aschenfall selbst nicht zu eng sein, damit die zur Verbrennung nöthige Luftmenge einströmen kann.

Damit die durch den Rost fallende, noch mit glühendem Brennmaterial gemengte Asche (**Cinder, Zünder, Rostcokes**), nicht aus der zugeführten Luft den Sauerstoff theilweise aufnimmt und unter dem Roste eine auf die Roststäbe und den Ofengang schädlich wirkende, zu hohe Temperatur entsteht, macht man den Aschenfall entsprechend hoch oder unterhält auf dessen Sohle einen einige Centimeter hohen

Wasserstand. Der dabei entwickelte Wasserdampf kann bei wasserstoffarmem Brennmaterial die Flammenbildung verstärken.

Um den Luftzutritt mehr in der Gewalt zu haben, versieht man den Aschenfall mit einer Thür und bringt in dieser verschliessbare Oeffnungen an, die nach Bedürfniss geöffnet werden. [1]) Man kann dann auch das Durchströmen der Luft durch den Ofen bei Unterbrechungen des Betriebes und durch eine Abkühlung vermindern, somit an Brennmaterial sparen. Muss der Luftzug sehr stark sein, so setzt man den verschlossenen, hinreichend hohen Aschenfall mittelst eines ausserhalb des Gebäudes mündenden unterirdischen Zugcanales mit der atmosphärischen Luft in Verbindung. Die Einwirkung des Windes und der Sonnenstrahlen auf die Mündung des Canals, sowie die Temperatur, die Dichtigkeit und die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft machen die Verbrennung mehr oder weniger lebhaft, so z. B. in den verschiedenen Jahreszeiten. [2])

Hat der Wind eine entgegengesetzte Richtung von dem Zug, so nimmt letzterer ab, dagegen befördert der in der Richtung des Zuges blasende Wind denselben. In ersterem Falle lässt sich jedoch der Wind dadurch zur Beförderung des Zuges benutzen, dass man denselben gegen eine unter 45° geneigte und um die Canalöffnung bewegliche Klappe treten lässt, von welcher er in den Zugcanal zurückprallt. Damit bei zu heftigem Winde die Zugluft keine zu grosse Geschwindigkeit erhält und die Reibung nicht zu gross wird, muss der Canal, namentlich wenn er lang ist, einen hinreichend grossen Querschnitt haben. Die Winde verlieren an Einfluss, wenn der Canal in hinreichender Entfernung von Gebäuden mündet. Man legt die Mündung wo möglich in die Richtung des herrschenden Windes; sollten die Winde an dem betreffenden Orte zwei verschiedene Richtungen (selten mehr) haben, so richtet man zweckmässig noch einen zweiten Windfang ein.

---

1) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1858. S. 373.

2) Péclet, über die Wärme und ihre Verwendung. Deutsch von Hartmann. 1860. B. I. S. 193.

Ausräumen der Asche.

Die auf dem Roste gebildete Asche fällt, wenn sie nicht zusammenbackt (Holz, Torf), von selbst durch den Rost und wird dazu noch besonders veranlasst, indem man mit einem Haken zuweilen über den Rost hinfährt. Sintert die Asche zusammen, wie bei den meisten Steinkohlen, so zieht man sie entweder durch das Schürloch aus oder putzt den Rost möglichst von unten mittelst Haken oder bewegt die lose liegenden schmiedeeisernen Roststäbe nach einander, wobei die Schlacken sich ablösen und herabfallen, oder man zieht auch wohl die Stäbe nach einander an Handhaben heraus und lässt die Asche so in den Aschenkasten gelangen (Taf. X. Fig. 253). Dieses Verfahren gewährt noch den Vortheil, dass beim Lüften des Rostes das Schürloch nicht geöffnet zu werden braucht, wobei immer kalte Luft eindringt. Seltener lässt man die Asche von einem nach hinten geneigten Rost über sein Ende hinaus auf einen Schieber fallen, welcher von Zeit zu Zeit aufgezogen wird.

Der Aschengehalt der Brennmaterialien ist nicht allein deshalb von schädlichem Einfluss auf deren Nutzeffect, weil er unverbrennlich ist, sondern weil die mehr oder weniger sinternde Asche Brennmaterialtheile incrustirt und deren Verbrennung verhindert. Zum Erhitzen der Asche muss auch Brennmaterial verwandt werden.

Schattenseiten der Planröste.

Die Feuerungen mit Planrösten haben die S. 179 angeführten Schattenseiten, hauptsächlich veranlassen sie Verlust an Brennmaterial durch Rauchbildung und theilweises Hindurchfallen desselben durch den Rost. Auf erstere hat die Dicke der Brennmaterialschicht auf dem Roste wesentlichen Einfluss. Ist dieselbe zu gering, so gelangt zu viel freie Luft durch die Zwischenräume und es muss öfters geschürt werden, wobei jedesmal Rauch entsteht; bei zu dicker Schicht findet eine theilweise Verkohlung des Brennstoffs statt und es entwickelt sich dann ebenfalls viel Rauch.[1]) Ueber die zweckmässigsten Dimensionen der Rostoberflächen[2]) und der

---

1) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1857. S. 78. — Bede, über Brennmaterialersparung. Deutsch von Zickwolf. Brüssel und Leipzig 1861.

2) Verbesserter Roststab für backende Steinkohlen mit parallelschrägen Einschnitten. Berggeist 1860. Nr. 101.

Dicke der Brennmaterialschicht auf denselben lassen sich keine genauen Vorschriften geben, indem darauf hauptsächlich die Beschaffenheit des Brennmaterials und die Dicke der Stücke von Einfluss ist. Die Dicke der Schicht muss um so bedeutender sein, je grösser die Stücke sind und je kleiner die Rostoberfläche. Je gleichmässiger die Stücke, desto vollständiger die Verbrennung.

Man kann, natürlich mit verschiedenem Nutzeffecte, dieselbe Quantität desselben Brennstoffes in derselben Zeit auf Rosten von ungleichen Dimensionen mit verschiedenen Luftmengen verbrennen. Grosse Roste geben bei öfterem Schüren zwar weniger Rauch und vermindern den Widerstand der Luft beim Durchströmen des Brennmaterials, lassen aber zu viel unveränderte Luft durch, weshalb man zur Erzielung höherer Temperaturen kleinere Roste meist vorzieht, auf denen sich zwar Rauch entwickelt, den man dann aber auf geeignete Weise verbrennt.

Rauchverbrennung.

Von den rauchverzehrenden Vorrichtungen war S. 179. die Rede. Dieselben bestehen hauptsächlich darin, dass man Luftströme auf die Flamme leitet (Apparate von DARCET, PARKES, CHAPMAN, LEFROY), oder dieselbe über einen zweiten Herd leitet (WATT, HALL, CHANTER, GRAR), dass man heisse Luft oder Dampf unter den Rost leitet, desgleichen comprimirte Luft (S. 179) blasend unter dem Rost oder saugend [1]) am Fuchse anwendet, dass man ein ununterbrochenes Schüren bewirkt (STEVENS Schüttelrost) [2]) u. dgl. m. Vorrichtungen der Art sind näher beschrieben in: PECLET, über die Wärme und ihre Anwendung. Deutsch von HARTMANN. 1860. Bd. 1. S. 242, 264, 288, und in: HARTMANN, über Rauchverbrennung. 1858.

Das Durchfallen des Brennmaterials durch den Rost wird durch Klinker- oder Schlackenroste [3]) (S. 187). und durch MÜLLER's Heiz- oder Blasepult (S. 182) beseitigt.

Treppenröste

2) Treppen- od. Stufenröste. Dieselben gewähren unter gewissen Umständen die Seite 182 hervorgehobenen Vortheile.

1) PECLET, c. l. S. 210, 292. — Bgwfd. IX, 497. Polyt. Centr. 1854. S. 599.
2) Polyt. Centr. 1860. S. 652.
3) RIVOT, Kupferhüttenkunde. Deutsch von HARTMANN. 1860. S. 136.

Die meist gusseisernen, zuweilen aber auch schmiedeeisernen Roststäbe, durch Rostbalken gestützt, erhalten eine verschiedene Neigung, je nachdem die Brennstoffe zum Herabgleiten mehr oder weniger geneigt sind. Bei zu starker Neigung sammelt sich nach unten hin das Brennmaterial zu sehr an und rollt beim Nachschüren und Aufräumen des Rostes zu stark nach, in Folge dessen eine unvollständige, mit Rauchbildung verbundene Verbrennung entsteht. Bei zu flachem Rost vertheilt sich das Brennmaterial ebenfalls ungleichmässig und derselbe bleibt unten leicht leer; auch ist das Räumen schwieriger. Man gibt dem Roste in der Regel eine um nur einige Grade geringere Neigung, als der Abrutschwinkel des Brennstoffes beträgt. Zur Alvenslebenshütte[1]) in Oberschlesien sind z. B. an Puddelöfen Treppenröste mit viel Vortheil angewandt; desgleichen an Spleissofen (Taf. XI. Fig. 280) zu Schmöllnitz.[2]) Das Brennmaterial gelangt entweder seitlich (Taf. XI. Fig. 280) oder durch einen Schlitz im Gewölbe aus einem Fülltrichter (Taf. II. Fig. 50.) continuirlich auf den Rost. Mittelst eines Schiebers ist die Weite der Oeffnung zu reguliren, indem davon die Dicke der Brennmaterialschicht auf dem Roste abhängt. Während des Ausräumens der Asche wird der Trichter durch den Schieber geschlossen. Vogl leitet behuf Verbrennung von Brennmaterialklein unter den Treppenrost Gebläseluft (Polyt. Centr. 1861. S. 81).

Bei Belleville's Treppenrost[3]) mit ununterbrochener Beschickung hat der Fülltrichter gleiche Neigung wie der Treppenrost und die Feuerbrücke besteht aus einer hohl liegenden Metallplatte von 45° Ansteigen, durch welche Luft zieht, sich erwärmt und beim Ausströmen am oberen Ende die Gase verbrennt. Langen's Etagenrost[4]) hat eine allgemeinere Anwendung gefunden.

Pultfeuerung. 3) Pultfeuerung (S. 184). Dieselbe empfiehlt sich unter Umständen bei Verwendung von Holz, und man erspart dann die kostspieligen Roste. Die Regulirung des

1) Schlesische Wochenschrift 1859. Nr. 50.
2) Oester. Ztschr. 1859. S. 299; 1860. S. 398.
3) Polyt. Centr. 1860. S. 1502.
4) Dingl., Bd. 158. S. 241.

Luftzutrittes und damit der Temperatur geschieht durch Vergrösserung oder Verkleinerung der wirksamen Holzfläche, durch mehr oder weniger dichtes Zusammenschichten der Holzscheite oder Anwendung dünnerer Scheite u. dgl. (Atvidaberger Kupferraffiniröfen).

Gasfeuerung

B) Die Heizung geschieht mit gasförmigem Brennmaterial. Die Gasfeuerung (S. 69, 181, 300) bei Flammöfen hat entweder den Zweck, die von andern Oefen verloren gehende Wärme (Gichtgase) noch auszunutzen (S. 304), oder Brennmaterial, welches für den beabsichtigten Flammofenprozess in festem Zustande nicht taugt, durch vorherige Vergasung nutzbar zu machen (Generatorgase, S. 324). EBELING[1]) hat in neuester Zeit eine sehr zweckmässige Einrichtung eines Gichtgasfanges angegeben.

Zuweilen kommt die Gasfeuerung aber auch bei guten Brennmaterialien zur Anwendung, wenn es sich um deren möglichst vollständige Ausnutzung handelt. Sowohl Zug- als Gebläseflammöfen können mit Gasfeuerung versehens ein.[2]) Es ist von letzterer bereits in den Paragraphen 53—55 ausführlich die Rede gewesen und mögen zur Ergänzung des daselbst Gesagten nachstehende Angaben LINDAUER's[3]) dienen:

a) Specifische Gewichte, Gewichte von 1 Cubikfuss und Volum von 1 Pfund mehrerer Gase:

Gasarten.	Spec. Gewicht. Luft = 1.	Spec. Gewicht. Wasser = 1.	Gewicht eines Cubikf.	Volum eines Pfundes.
Kohlenstoffgas	0,82923	0,001072	0,060436	16,546
Kohlenoxydgas	0,96744	0,001251	0,070528	14,179
Wasserstoffgas	0,06910	0,000089	0,005018	199,282
Grubengas	0,55282	0,000715	0,040310	24,808
Elayl	0,96744	0,001251	0,070528	14,179
Kohlensäure	1,52025	0,001966	0,110838	9,022
Wasserdampf	0,62191	0,000844	0,045327	22,062
Stickstoff	0,96744	0,001251	0,070528	14,179
Luft	1,00000	0,001293	0,072896	13,718

1) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1861. Nr. 11.
2) Ueber Flammöfen, besonders Gasflammöfen, siehe: VALERIUS, Stabeisenbereitung. Deutsch von HARTMANN. 1845. S. 69, 99.
3) LINDAUER, Stöchiometrie. 1861. S. 188 u. f.

b) Gewicht eines Cubikfusses Luft und Wasser nach dem Maass verschiedener Länder:

Länder.	Gew. von 1 Cubikfs.		Länder.	Gew. von 1 Cubikfs	
	Wasser bei 15°	Luft bei 0°		Wasser bei 15°	Luft bei 0°
Baden	53,90	0,06982	Preussen . . .	66,00	0,08549
Baiern	44,34	0,05744	Russland . . .	69,02	0,08940
England . . .	62,54	0,08101	Sachsen	48,22	0,06259
Hannover . . .	53,22	0,06894	Schweden . . .	61,20	0,07927
Oesterreich . .	56,40	0,07305	Würtemberg .	50,21	0,06894

1 Cubikmeter Wasser = 1000 Kilogr.
1 „ „ Luft = 1,29535 „

c) In besondern Paragraphen der citirten Schrift wird die Berechnung der Volumzusammensetzung eines Gasgemenges mittelst Absorptionscoefficienten und aus der absorbirten Sauerstoffmenge, sowie die Reduction der Gasgemenge von Volumtheilen auf Gewichtstheile und umgekehrt gelehrt, auch Anleitung zur Berechnung des absoluten und pyrometrischen Wärmeeffectes gegeben und nachgewiesen, welchen Einfluss die vorherige Erhitzung der Gase und der Verbrennungsluft auf den pyrometrischen Wärmeeffect ersterer hat:

Die Veckerhagner Gichtgase z. B. (S. 305) bestehen dem Gewichte nach aus:

0,5956 Stickstoff,
0,1341 Kohlensäure,
0,2565 Kohlenoxydgas,
0,0014 Wasserstoff,
0,0124 Grubengas,
1,0000

und geben bei 0° Wärme und kalter Verbrennungsluft eine Temperatur von 1809°, dagegen bei 300° Wärme 1973°C. Dieses Gas, kalt mit Luft von 300 °C. verbrannt, gibt eine Temperatur von 1948 °, und bei gleichzeitiger Vorerhitzung von Gas und Luft auf 300° entsteht eine Temperatur von 2112 °.

II) **Herdraum, Arbeitsraum.** In denselben treten aus dem Feuerungsraume Flamme und Gase, verbrannte und noch brennbare, durch eine Oeffnung (Flammloch, Flammluke) ein, welche oben durch einen Bogen, nach unten durch eine ebene Mauer (Feuerbrücke, Balken) begrenzt ist. Dieselbe besteht entweder aus solider feuerfester Mauerung (Taf. X. Fig. 236), oder die Mauer ist hohl und wird von Luft durchzogen, wobei erstere abgekühlt, letztere erhitzt wird oder die Feuerbrücke besteht aus hohlen, durch Luft oder Wassercirculation gekühlten und mit feuerfesten Steinen umkleideten gusseisernen Balken (Taf. X. Fig. 251).

Theile d Herdraum
Flammlo
Feuerbrüc

Die Feuerbrücke hat den Zweck, die gasförmigen Producte einzuengen und mit der heissen Luft in innigere Berührung zu bringen, wodurch die Verbrennung vollständiger wird, und es sind somit die Dimensionen der Feuerbrücke, namentlich ihre Höhe über dem Roste und der Herdsohle und ihre Breite auf die Hitzentwicklung im Herdraume von Einfluss.

Bei hoher Lage über dem Roste (Taf. X. Fig. 236) und somit bei hoher Brennmaterialschicht auf demselben enthält die Flamme nur wenig unzersetzte atmosphärische Luft und viel brennbare Gase und es bedarf noch einer Zuführung von Luft zu denselben (S. 337). Gleichzeitig wird, da die Gase mit mehr Hindernissen in den Herd treten, die Feuerbrücke stärker angegriffen und rascher zerstört. Gibt man unter diesen Umständen nur eine dünne Schicht Brennmaterial auf den Herd, so findet zwar eine vollkommnere Verbrennung der Gase vor dem Eintritt in den Arbeitsraum statt, aber das Gewölbe im Feuerungsraum leidet stark. Zweckmässiger ist es zur Erreichung des letzteren Effectes, die Feuerbrücke bei höher gelegtem Roste breiter zu machen, weil dann die Mischung der Gase mit Luft vollkommener erfolgt. Liegt die Feuerbrücke hoch über dem Herde, so wirkt die Flamme weniger auf die zu erhitzenden Massen, schützt aber dieselben hinter der Feuerbrücke vor Oxydation, weshalb man z. B. bei Puddelöfen für Stahl und körniges Eisen, für Eisenblechglühöfen etc. eine höhere Brücke wählt (Tafel XI. Fig. 276).

Herd.

Der Herd wird entweder durch massive Mauerung (Taf. X. Fig. 234) oder durch ein Gewölbe (Taf. X. Fig. 247) oder durch gusseiserne, von Mauerwerk oder Säulen gestützte gusseiserne Platten (Taf. XI. Fig 276) gebildet. Oefen von letzterer Einrichtung gestatten eine Abkühlung des Herdes durch Luft oder Wasser (Puddelöfen, Schweissöfen.)

Die Gestalt des Herdes variirt sehr und hängt hauptsächlich von dem darauf vorzunehmenden Prozesse, dann aber auch von Gewohnheit ab. Sie muss der Art sein, dass man von der Arbeitsöffnung aus nach allen Seiten desselben mit dem Gezäh kommen kann. Es gibt kreisrunde, elliptische, viereckige, sechseckige und anders geformte Herde. Die birnenähnliche Gestalt desselben, verbunden mit der Figur des nach dem Fuchse zu tiefer herabgezogenen Gewölbes, entspricht der Gestalt jeder Flamme, welche im Anfange rund und voluminös ist, an ihrem Ende aber in eine Spitze ausläuft.

Dabei vertheilt sich die Hitze, z. B. bei Röstöfen, gleichmässig über die ganze Fläche, weil die Flamme nach dem Fuchse zu stechender wird und dort an Kraft ersetzt, was die Rostgegend an Feuermasse mehr hat. Um die stechende Flamme auf einzelne Puncte im Herdraum nicht einwirken zu lassen, also dieselbe mehr zu vertheilen, lässt man dieselbe wohl durch mehrere Oeffnungen aus dem Feuerraum in den Herd einströmen. Stark flammendes Brennmaterial gestattet bei gleich grosser Herdfläche mehr lange, kurzflammiges kürzere und breitere Herde.

Bei Röstprozessen ist der Herd mehr oder weniger horizontal, bei Schmelzungen geneigt oder mit einem Sumpfe versehen, seltener horizontal. Zuweilen gibt man dem Herd eine konische Gestalt und lässt ihn rotiren[1]) (Zinnerzröstofen in Cornwall[2]) Taf. X. Fig. 241, 242). Auch

1) Lampad., Fortschr. 1839. S. 54. Erdm., J. f. ök. Ch. VIII, 9. Freiberg. Jahrb. 1838. S. 48. Polyt. Centr. 1854. S. 799. Dingl. CXVII, 408.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 355. Muspratt-Stohmann's techn. Chemie III, 1786.

hat man wohl aus Eisenblech hergestellte Herde nach Art eines Tuches ohne Ende beweglich gemacht.[1])

Die Grösse der Herdfläche im Verhältniss zur Rostfläche richtet sich hauptsächlich nach der zu erzeugenden Temperatur und der Flammbarkeit des Brennmaterials. Je kleiner der Herd, desto höher ist unter übrigens gleichen Bedingungen die Temperatur.

Nur da, wo die Herdsohle von der darauf zu bearbeitenden Substanz nicht angegriffen wird, lässt man sie aus Ziegelmauerung (Röstöfen, Taf. X) oder aus gusseisernen Pfannen (Oefen zum Einschmelzen von silberhaltigem Blei behuf Reinigung für den PATTINSON'schen Prozess, Taf. XI. Fig. 266) bestehen. Bei den meisten Schmelzungen aber, wo der Herd zerstört werden würde, überkleidet man denselben mit mehr oder weniger feuerfesten losen Massen (S. 366).

Ofenwände

Die Ofenwände werden je nach der zu erzeugenden Hitze aus mehr oder weniger feuerbeständigen Steinen hergestellt und diese Futtermauer ist entweder, um die Wärme zusammenzuhalten und dem Futter mehr Festigkeit zu geben, mit einer Rauhmauer bei gehöriger Verankerung umgeben, oder die feuerfeste Mauerung wird durch Ankerplatten zusammengehalten, welche eine Raumersparniss gestatten, aber der Wärmeausstrahlung weniger Widerstand leisten (Puddelöfen).

Zuweilen bestehen die Herdwände, wenn sie sehr zu leiden haben, aus hohlen Gusseisenbalken, durch Luft oder Wasser gekühlt, mit Thon oder Kalk überkleidet oder durch darangebrachte Eisensteine geschützt (Puddelöfen, Taf. XI. Fig. 276, 278).

Arbeitsth[illegible]

In den Ofenwänden befinden sich die Arbeitsöffnungen, je nach Bedarf, nur auf der einen kurzen Seite (Sächsischer Zinnerzröstofen, Taf. X. Fig. 240; Kärnthner Bleiofen Taf. XI. Fig. 256), oder auf einer langen Seite (einfache Puddelöfen, Taf XI. Fig 278; französischer Bleiflammofen, Taf. XI. Fig. 262), oder auf beiden langen Seiten (englischer Bleiflammofen, Taf. XI. Fig. 260; Doppelpuddel-

1) Bwgfd. XIV, 207.

öfen), je nach der Grösse des Einsatzes und je nachdem die Arbeit im Herde es erforderlich macht, an alle Puncte mehr oder weniger gelangen zu müssen. Die im Ofen behandelten Substanzen werden, wenn sie fest sind, entweder durch die Arbeitsöffnung ausgezogen (Röstgut, Eisen- und Stahlluppen), oder es befinden sich in der Ofensohle während der Arbeit mit Eisen- oder Thonplatten bedeckte *Ausziehöffnungen* (Röst[illegible], Taf. X. Fig. 235). Flüssige Producte laufen entwe[illegible]ch die Arbeitsöffnung von selbst ab (Glätte und Ab[illegible] Treiböfen, Blei im Kärnthner Bleiofen), oder werd[illegible] Zeit zu Zeit durch letztere ausgezogen (Schlacken be[illegible]pferschmelzen in Flammöfen, beim Kupfergaarmachen i[illegible]sofen), oder man schöpft sie aus einem Sumpf aus (Ku[illegible]ffiniröfen, Oefen zum Umschmelzen des Roheisens), o[illegible]an lässt die Schmelzmassen durch zeitweilig geöffnete *A[illegible]höffnungen* aus dem Ofen in Vorherde (englischer [illegible] französischer Bleiflammofen Taf. XI. Fig. 260, 262), Spleissofen (Taf. XI. Fig. 272), in Formen (engl. Kupfersteinflammöfen, Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens) oder ins Wasser (Granuliren von Kupferstein und Kupfer) etc.

Bei diesen Arbeiten wird entweder das Gezäh frei gehandhabt, oder bei grösserem Gewicht ruht dasselbe auf einer vor der Arbeitsthür fest liegenden runden eisernen *Ueberlegstange* oder auf einer an Axen beweglichen *Walze* etc. (Taf. X. Fig. 239, 244). Entweichen aus der Arbeitsöffnung für den Arbeiter schädliche Dämpfe, so bringt man wohl über derselben eine festgemauerte (Sächsischer Zinnerzröstofen, Taf. X. Fig. 239) oder eine bewegliche blecherne *Esse* an (Harzer Treibofen Taf. XI. Fig. 268).

Die Arbeitsöffnungen werden meist durch *eiserne* oder *blecherne Thüren* mit *Spähelöchern* und *Reibern* geschlossen, welche man entweder bloss lose vorsetzt oder mit Bändern zum Auf- und Zuklappen versieht (Taf. XI. Fig. 268) oder mittelst eines Hebels in eisernen Rahmen auf und nieder bewegt (Taf. XI. Fig. 277).

Um bei Erzeugung von sehr hohen Tempera[illegible]
eine zu rasche Abnutzung der eisern[illegible]
werden dieselben nach innen mit

tert. Die eisernen **Thürrahmen** werden zuweilen zu gleichem Zwecke hohl gemacht und durch Wasser gekühlt (ECKMANN'sche Schweissöfen). Bei Gebläseflammöfen (Treiböfen, Spleissöfen) befinden sich die **Form- oder Kannenöffnungen** (Taf. XI. Fig. 269, 272, 273, 282) ebenfalls in den Herdwänden.

Herdgewölbe.

Der Herd ist mit einem **Gewölbe** überdeckt, dessen Höhe (Spannung) hauptsächlich von der im Arbeitsraum hervorzubringenden Temperatur und der Flammbarkeit des Brennstoffes abhängt. Flache Gewölbe strahlen die Hitze mehr zurück und gestatten eine grössere Steigerung derselben, als weniger flache. Wegen dieser Wärme zurückstrahlenden Wirkung solcher Gewölbe nennt man die Flammöfen auch wohl **Reverberiröfen** (von *reverberare*, zurückwerfen). Aus oben angeführten Gründen (S. 488.) macht man das Gewölbe nach dem Fuchs zu niedriger, gibt demselben auch wohl in verschiednen Ofentheilen eine verschiedene Spannung und Richtung, seltener aber den Zug beeinträchtigende Brechungen, um die Flamme an bestimmte Puncte zu leiten.

Das Gewölbe wird aus mehr oder weniger feuerfesten **natürlichen** und **künstlichen Materialien** aufgemauert, zuweilen auch wohl aus **Masse** aufgestampft (Schlesische Zinköfen). Treiböfen erhalten entweder ein festes gemauertes Gewölbe (**Kuppel, Haube, Hut**), oder dasselbe ist **beweglich** und besteht aus zusammengenieteten innen mit Thon beschlagenen Eisenschienen oder aus in einem Eisengerüste befestigten Thonplatten (Andreasberger Hütte).

Im Gewölbe befindet sich zuweilen eine Oeffnung, mit oder ohne **Trichter** darüber, die **Eintrageöffnung** (Taf. X. Fig. 236; Taf. XI. Fig. 261), wenn das Chargiren nicht durch die Arbeitsöffnung geschieht. Die Herbeischaffung der im Ofen zu behandelnden Massen geschieht dann wohl auf Schienenbahnen in Hunden, aus welchen letzteren ihr Inhalt in die Fülltrichter ausgestürzt wird. Die Oeffnung im Gewölbe kann durch eine mittelst Krahns bewegliche Haube verschlossen werden (Flammöfen zum Verschmelzen des gediegenen Kupfers zu **Detroit** in Amerika), oder durch einen Deckel (Taf. XI. Fig. 271).

Doppelöfen.

Die im Herdraum ausgenutzten heissen Verbrennungsproducte gelangen gemeinschaftlich mit, aus der bearbeiteten

Substanz entwickelten flüchtigen Körpern entweder durch eine Oeffnung in die atmosphärische Luft (Treiböfen, Spleissofen, Taf. XI. Fig. 270, 271), oder sie treten durch einen Fuchs in die Esse (Taf. XI. Fig. 276), oder passiren zuvor Flugstaubkammern (Taf. X. Fig. 240, 251; Taf. XI. Fig. 261, 280), oder werden zuvor noch anderweitig benutzt, z. B. zur Erwärmung von Gebläseluft, zum Darren von Brennmaterialien. Zuweilen legt man über den Hauptherd noch einen oder zwei mit ersterem communicirende Herde (Doppel- und Tripelöfen), auf denen dann geringere Hitze, meist nur Rösthitzen erzielt werden (Mansfelder, Parkes-, Kärnthner Doppelofen, Taf. X. Fig. 243, 245, 248). Bei solchen Oefen wird zwar an Brennmaterial gespart, aber ihre Herstellungkosten vermehren sich bei Abnahme ihrer Haltbarkeit.

Zuweilen werden Flammöfen von den Verbrennungsproducten darunter liegender Muffelöfen geheizt (S. 69). Auch legt man wohl neben den eigentlichen Herd einen zweiten, durch eine Brücke (Fuchsbrücke, Taf. VI. Fig. 230) getrennten Herd, welcher zu Röstungen (Zinkblende), zu Glühungen (Vorwärm- oder Verglühherde bei Schweissöfen), zum Erhitzen der Gebläseluft etc. dient. Die Nebenherde liegen entweder in gleichem Niveau mit dem Hauptherde (Taf. X. Fig. 254, Taf. V. Fig. 112, 116), oder terrassenförmig dahinter (Taf. X. Fig. 251). Die durch Wasser oder Luft gekühlte Fuchsbrücke, über welcher sich das Gewölbe stark neigt, dient bei einfachen Herden und bei niedergehendem Fuchs (z. B. bei Puddelöfen) auch zum Zurückhalten geschmolzener Massen.

Fuchs.

III) Fuchs. Man begreift hierunter den die Esse mit dem Herdraume verbindenden Canal, welcher, enger als die Esse, dazu bestimmt ist, die heissen Verbrennungsgase im Ofen zurückzuhalten, damit sie ihre Wärme hinreichend abgeben können. Dies tritt um so mehr ein, je enger der Fuchs gemacht wird, aber es leidet wegen vermehrter Reibung der Zug und in Folge dessen die Verbrennung. Zu weite Füchse entlassen zu viel Wärme.

Weite.

Lage.

Je nach der zu erzeugenden höheren oder niedrigeren Temperatur legt man die Fuchsöffnung ins Gewölbe (Röst-

ı, Taf. X)., oder ins Niveau des Herdes, und lässt den :hscanal in ersterem Falle ansteigend, in letzterem horital, (Taf. XI. Fig. 276), ansteigend (Taf. XI. Fig. 261, 263) r geneigt (Taf. IX. Fig. 230) in die Esse eintreten, und es dadurch in der Gewalt, die Flamme mehr oder weer nach dem Herd niederzudrücken und sie langsar oder schneller abzuführen. Behuf Erzeugung sehr hoher mperaturen, z. B. in Puddel- und Schweissöfen, gibt ın dem Fuchs eine Neigung nach der Esse und verhindert i ersteren das Einfliessen von Schlacken in den Fuchs ırch die Fuchsbrücke *b* (Taf. IX. Fig. 230), oder man ıst die Fuchsbrücke weg und einen Theil der Schlacke ıf der Sohle des Fuchses und durch eine am tiefsten uncte desselben seitlich angebrachte Oeffnung *d* abfliessen Taf. IX. Fig. 230), oder die Schlacke läuft über die Fuchsrücke weg (Taf. IX. Fig. 230).

Es empfiehlt sich meist, der Fuchsöffnung bei geringer Iöhe nahe die Weite des zusammengezogenen Schmelzraumes am Ende des Herdes zu geben. Schmälere und höhere 'üchse gestatten keine so gleichmässige Ausbreitung der lase über den Herd und die Hitze wird weniger vollstänlig ausgenutzt. Muss zeitweilig die Flamme während des)fenganges ganz oder theilweise aus dem Ofen beseitigt verden (Ribaser Arsenikröstofen), so hat man neben dem igentlichen Fuchs eine zweite verschliessbare Fuchsöffnung (verlorner Fuchs), welche mit einer separaten Esse in Verindung steht (Taf. X. Fig. 239). Grössere Oefen erhalen mehrere Füchse, durch deren ganzes oder theilweises 'erschliessen der Flamme eine gewisse Direction gegeben ınd der Zug regulirt werden kann (Taf. X. Fig. 250; Taf. II. Fig. 282). Zu letzterem Zwecke befindet sich wohl im 'uchscanal, je nach der dort herrschenden Hitze, ein chieber oder Register von Eisenblech, Gusseisen oder iner feuerfesten Thonplatte (Taf. X. Fig. 251; Taf. XI. 'ig. 261, 263), wenn solcher nicht im unteren Theil an der Iündung der Esse vorhanden ist, was bei der im Fuchse errschenden, auf den Schieber zerstörend einwirkenden Iheren Temperatur vorzuziehen ist. Soll ein Schieber in tzterem angewandt werden, so fertigt man denselben am

besten aus feuerfester, stark gebrannter Thonmasse an und bewegt ihn an einem Hebel in einer eisernen Einfassung. Auch lässt sich der Fuchs durch Einbringen einer höheren oder niedrigern Lage feuerfesten Sandes auf dessen Sohle im Querschnitt verändern.

Wegen der im Fuchse herrschenden hohen Temperatur leidet derselbe viel und erfordert häufiger Reparaturen, weshalb man bei Erbauung des Ofens eine solche Construction wählen muss, dass der Fuchs leicht zugänglich ist, ohne ihn so frei zu legen, dass zu grosse Wärmeverluste durch Ausstrahlung durch dessen Wände entstehen. Man macht deshalb den Fuchs ohne Noth nicht zu lang.

Essen. Wirkung.

IV) **Esse, Schlot, Schornstein, Rauchfang.** Diese Vorrichtung hat den Zweck, die zur Verbrennung auf dem Roste erforderliche Luft anzusaugen und die verbrannten Gase, so wie aus den erhitzten Materialien entwickelte schädliche Dämpfe in höhere Luftregionen zu führen, damit sie auf die benachbarte Vegetation oder auf den thierischen Organismus nicht zerstörend einwirken (Bleidämpfe, schweflige Säure etc.). Der Luftzug entsteht dadurch, dass die in der Esse befindliche erhitzte Luft ein geringeres Gewicht hat, als ein gleiches Volum kalter atmosphärischer Luft, in Folge dessen das Gleichgewicht mit der äusseren Luft gestört wird. Diese dringt durch den Rost zum Brennmaterial, verbrennt dasselbe und die dabei entstandenen erhitzten Gase ziehen in der Esse empor.

Es lässt sich zwar theoretisch die in einer gewissen Zeit durch die Esse ausziehende Gasmenge aus der Höhe des Schornsteins, dessen Querschnitt und der Temperatur der inneren und äusseren Luft berechnen[1]), allein das dabei gefundene Resultat wird in der Praxis wesentlich modificirt durch die Reibung im Fuchs[2]), im Schornstein und zwischen

1) Peclet, c. l. S. 157. Scholl, Führer des Maschinisten. 1860. Gerstenhöfer, Hülfsbuch für den gewerblichen Chemiker. 1851. S. 187. — Scholl, Feuerungskunde. Karmarsch und Heeren, techn. Wörterbuch. — Schinz, in d. B. u. h. Ztg. 1857. S. 77. Karsten's Archiv. 1 R. V. 345. Valerius, Roheisenfabrikation. Deutsch von Hartmann. 1845. S. 85. Le Play, die Waleser Kupferhüttenprozesse. Deutsch von Hartmann. 1851. S. 69, 83.

2) Buff, Stud. des Götting. Ver., IV, 200.

den Roststäben, durch die Erhitzung der Luftsäule über die Esse hinaus, und die sehr wechselnde Zusammensetzung der verbrannten Gase, indem letztere Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgase, Stickstoff, Wasserdampf und selbst bei guter Verbrennung oft noch $1/3$ unzersetzter atmosphärischer Luft enthalten.[1]) Erfahrungsmässig beträgt die wirkliche Geschwindigkeit der aus der Esse ausziehenden Gase etwa nur $1/4$ der berechneten.

Im zweiten und dritten Buche des ersten Bandes von PECLET's Handbuch über die Wärme und ihre Anwendung in den Künsten und Gewerben ist dieser Gegenstand ausführlich abgehandelt.

Einflüsse auf die Wirkung der Essen.

Die Momente, von denen die Wirkung eines Schornsteines abhängig ist, sind hauptsächlich nachstehende:

Höhe der Essen.

1) Die Höhe der Essen.[2]) Je höher der Schornstein, um so stärker ist unter sonst gleichen Verhältnissen der Zug und um so vollständiger die Verbrennung und die Abführung von Rauch, Russ und Dämpfen, und mit um so niedrigerer Temperatur entweichen die Verbrennungsproducte; wodurch Brennmaterial gespart wird. Nach SCHEERER[3]) verhält sich unter sonst gleichen Umständen der Zug in Essen von verschiedenen Höhen wie die Quadratwurzeln aus diesen Höhen.

Die Höhe der Essen wird durch besondere Umstände bestimmt, namentlich durch die Dichtigkeit des Brennmaterials, die Grösse der Stücke, die zu Gebote stehenden Geldmittel u. dgl. m. Zur Dampferzeugung bei Steinkohlenfeuerung hat man von 60 bis 120 Fuss hohe, für metallurgische Zwecke, z. B. für Oefen zum Umschmelzen des Roheisens, für Puddelöfen, bis 150 Fuss hohe und für besondere Zwecke solche bis 400 Fuss und mehr Höhe. Zu Kollox bei Glasgow befindet sich z. B. ein Schornstein von 432 Fuss Höhe.[4])

1) EBELMEN, über die Zusammensetzung der Luft in Schlöten. Bgwfd. VIII., 468.

2) Pract. Formel zur Bestimmung der Dimensionen von Schornsteinen von KAVEN, Hannov. Archit. u. Ing. Ver. I. 539.

3) SCHEERER, Metallurgie I, 398. 500.

4) Verh. d. Gew.-Vereins in Pr. 1845. Mai- u. Juniheft. Dimension. einiger gröss. Schornsteine, Hannov. Archit. u. Ing. Ver. I. 541.

Querschnitt der Essen.

2) Der Querschnitt der Essen hängt ab: von dem Luftvolum, welches zur Verbrennung eines gegebenen Brennmaterialquantums erforderlich ist, von der mittleren Temperatur der Luft in der Esse, von den durch Reibung entstehenden Druckverlusten, von den Querschnitts- und Richtungsveränderungen und von dem Widerstand des Rostes. Erfahrungsmässig liegt das vortheilhafteste Verhältniss zwischen dem Flächeninhalte der Rostöffnungen und dem Essenquerschnitte zwischen 1 : 1 und 2 : 1, wobei die Geschwindigkeit der unter den Rost zuströmenden Luft und der der Esse entströmenden Gase nahe gleich ist.[1] Essen von 20—25 Fuss Höhe gibt man 10—12 Quadratzoll, höheren 20—30 Quadratzoll Querschnitt.

Die Gestalt des Querschnittes ist, obgleich man bei der Kreisform den geringsten Umfang, also die wenigste Reibung hat, bei nicht sehr hohen gemauerten Schornsteinen meist ein Quadrat oder ein Rechteck, weil die Steine von solcher Form billiger zu erhalten sind. Blechernen und gusseisernen Essen gibt man einen kreisrunden Querschnitt. Für den Luftzug am günstigsten ist es, dem Schornstein in seiner ganzen Höhe einen gleichen Querschnitt zu geben, und es geschieht dies häufiger bei gemauerten Essen, welchen man durch entsprechende Wanddicken gehörige Festigkeit geben kann, als bei eisernen, welche zur Vermehrung der Standfähigkeit unten weiter, als oben gemacht werden, etwa bei einer Zunahme des Durchmessers von $^1/_8$ Zoll auf den laufenden Fuss, bei $^1/_8$ Zoll oberer und $^3/_{16}$ Zoll unterer Plattendicke.

Gerstenhöfer theilt (c. l. 193) Formeln zur Berechnung des Querschnitts und bezügliche Beispiele mit.

Temperatur der Essenluft.

3) Die Temperatur der Essen- und der Feuerluft. Je höher die Temperatur in der Esse und je niedriger sie ausserhalb derselben, um so stärker ist der Luftzug bis zu einer gewissen Grenze. Nach Gerstenhöfer (c. l. S. 191), welcher zur Veranschaulichung dieser Einflüsse eine Tabelle mittheilt, bringt eine Temperatur von

1) Bgwf. XVIII. 1855. No. 48. S.

keinen stärkeren Zug hervor, als eine Temperatur von 75°, während der grösste Zug bei 250 — 300° stattfindet. Es empfiehlt sich deshalb stets, Gase mit höheren Temperaturen, als den letztgenannten, bis zu 200—300° vor ihrer Entweichung in den Schornstein abzukühlen, um den stärksten Luftzug zu erhalten.

Auch hat GERSTENHOEFER die Wärmeverluste verschiedener Brennmaterialien bei einer Temperatur des abziehenden Rauches von 200, 250 und 300° tabellarisch mitgetheilt. Bei einer Temperatur des Schornsteines von 300° und bei einer derartigen Leitung der Feuerung, dass die Hälfte der atmosphärischen Luft zur Verbrennung kommt, beträgt der Wärmeverlust etwa $^1/_4$ von der ganzen erzeugten Wärmemenge.[1])

Wenn der Rauch mehr abgekühlt in den Schornstein tritt, so gibt man letzterem zweckmässig mehr Höhe, als wenn derselbe heisser fortgeht. In solchem Falle macht man den Schornstein weiter.

Essenmaterial.

4) Das Material zur Herstellung der Essen. Dasselbe kann bestehen:

Steinerne Essen.

a) aus Steinen, und zwar aus Bruchsteinen, Ziegeln oder Quadern, je nach Localverhältnissen. Steinerne Essen werden am häufigsten angewandt, weil sie bei guter Construction lange Dauer haben, in der Unterhaltung wenig kosten und die Abkühlung der Luft in denselben, was auf den Zug und die Verbrennung günstig wirkt, durch die Atmosphärilien (Regen, Kälte) gering ist. Es ist von grösster Wichtigkeit, den Essen ein festes Fundament zu geben, damit keine einseitigen Senkungen erfolgen. Wo der Untergrund nicht tadellos ist, stellt man das meist prismatische Fundament wohl auf starke Gusseisenplatten.

Gestalt.

Was die Gestalt des Querschnitts solcher Essen betrifft, so empfiehlt sich in theoretischer Hinsicht ein kreisrunder, weil derselbe bei einer gegebenen Oberfläche den geringsten Umfang hat, in Folge dessen sich die Reibung der ausziehenden Luft vermindert. Die erforderliche Anwendung besonders geformter Steine macht aber die Anlage

1) SCHINTZ, über den Nutzeffect und die Construction der Oefen für metallurgische und technische Zwecke: DINGL. Bd. 159. S. 200.

kostspieliger, als bei einer quadratischen oder oblongen Form des Querschnittes. Zugehauene Ziegelsteine, welche ihrer äusseren festeren Rinde beraubt werden, verlieren an Widerstandsfähigkeit.

Kleinere Essen macht man gewöhnlich prismatisch, bei gleichem Querschnitt auf die ganze Höhe, und gibt den Wänden unten eine grössere Stärke als oben (Taf. IX. Fig. 229, 230). Man bedient sich bei ihrem Bau äusserer Gerüste und beobachtet, wie überall beim Essenbau, die Vorsicht, die Maurer wegen Ungleichheit der Mörtelanwendung täglich mit ihren Plätzen wechseln zu lassen und das Mauerwerk gehörig zu verankern. Man versieht die Essen gewöhnlich, namentlich aber an ihren unteren Theilen, mit einem feuerfesten Futter[1]) und macht dasselbe, bei erforderlichen Reparaturen, dadurch leicht zugänglich, dass man das Rauhgemäuer an den Ecken massiv, an den Seiten aber durchbrochen aufführt, so dass das Futter hier frei bleibt (Taf. IX. Fig. 229, 230). Tritt die Feuerluft mit sehr hoher Temperatur in die Esse ein, so kann eine solche Einrichtung neben Ersparung an Baumaterial zur Abkühlung derselben im unteren Theile der Esse und somit zur Conservirung derselben beitragen. Dabei darf aber durch zu starke Abkühlung der Zug nicht vermindert werden. Fig. 229 und 230 (Taf. IX.) stellen die Esse eines Puddelofens zu Königshütte am Harze dar. *a* Puddelofenherd. *b* Fuchsbrücke. *c* Fuchs. *d* Oeffnung zum Abfliessen von Schlacken, vorn mit einem Trichter zur Aufnahme glühender Kohlen. *e* Kernfutter. *f* Rauhgemäuer. *g* Verankerung. *h* Hebel. *i* Zugstange. *k* Klappe auf der Esse. *n* gusseiserne Säulen.

Bei höheren Schornsteinen (Taf. IX. Fig. 231) wählt man, zur Ersparung an Baumaterial, zur Verminderung der Reibung und zur Erhöhung der Festigkeit durch ein- und umgelegte Reife, eine runde oder polygonale, z. B. 8eckige Form, lässt den Querschnitt nach oben allmälig abnehmen und schwächt, zur Verminderung des Gewichts und zur Er-

1) Bischof hat ein practisches Verfa
feuerfester Thone angegebe
S. 54. (1861).

höhung der Stabilität der Esse, das Mauerwerk nach oben. Man gibt auf das laufende Meter etwa 0,012—0,018 innere Böschung, und die äussere wechselt zwischen 0,025 bis 0,035. Die Stärke des Mauerwerks am oberen Ende beträgt nur noch die Breite oder Länge eines Ziegelsteines.

Der untere Theil der Esse besteht entweder aus Mauerwerk, oder der Rauhschacht ruht auf durch Gusseisensäulen gestützten Tragplatten, so dass das feuerfeste Futter leicht zugänglich gemacht wird, was, wie bereits oben erwähnt, unter Umständen erwünscht sein kann. An ihrem oberen Theile erhalten die Essen, um ihnen ein gefälligeres Ansehn zu geben, ein aus Ziegelsteinen oder Sandsteinen hergestelltes und zum Schutz gegen eindringenden Regen mit Gusseisen oder Eisenblech überkleidetes Gesimse.

Da beim Aufbau hoher Essen äussere Gerüste zu kostspielig werden würden, so geschieht die Aufmauerung und das Emporschaffen der Baumaterialien von innen, indem bei quadratischem Querschnitt abwechselnd in die Ecken, in etwa 2 Fuss Abstand, hervorragende Eisenstäbe mit ihren Enden eingemauert werden, auf denen sich der Arbeiter allmälig erhebt. Bei runden Essen mauert man ebenfalls solche mit dem einen Ende hervorragende Eisenstäbe ein. [1]) Dieselben dienen dann auch bei der Reinigung und bei Reparaturen [2]), welche oft nicht ohne Schwierigkeiten auszuführen sind. Im unteren Theile der Esse befindet sich eine vermauerte Oeffnung, durch welche man zeitweilig ein Ausräumen von abgesetzter Asche und von Russ vornehmen muss. Kann bei zu hohen Schornsteinen der Essenkehrer nicht in dieselben hinaufgehen, so lässt sich häufig durch Abbrennen von Schiesspulver im unteren Theile des Schornsteins durch die plötzliche Erschütterung der ganzen Luftsäule der Russ grossentheils ablösen.

1) Verfahren beim Aufbau hoher Essen: Mitthl. d. Hannov. Gew.-Ver. 1. Jahrg. Hft. 7. — Krahn zur Aufführung hoher Schornsteine ohne Gerüst: Polyt. Centr. 1861. S. 20.

2) Reparatur der Schornsteine: Bgwfd. IX, 540. — Verh. d. Gew.-Ver. in Preuss. 1845, Mai- u. Juniheft. — Reparatur des 142 Meter hohen Schornsteines zu Port Dundas: Revue univers. 4. Jahrg. 1860. S. 508.

Zuweilen bringt man auf hohen Essen **Blitzableiter** in der Weise an, dass man auf der eisernen, das Capitäl bedeckenden Platte zwei convergirende eiserne Stangen befestigt, welche die Blitzableiterstange tragen. Eine Drahtleitung geht von hier ab nach unten.

Geschleifte Essen.

Auch wendet man **geschleifte Schornsteine** (Taf. XI. Fig. 261, 263) an Bergabhängen an, und spart dabei an Herstellungskosten. Man kann, wenn metallische Dämpfe mit den Verbrennungsgasen entweichen, erstere durch Anbringung von Scheidewänden in der Esse zum Theil condensiren (**Englischer** Bleiflammofen, Versuchsflammofen zur **Clausthaler** Hütte Taf. XI. Fig. 261, 263).

Gemeinschaftliche Essen.

Nicht selten haben mehrere Flammöfen eine **gemeinschaftliche Esse** (Taf. IX. Fig. 231), wodurch man Anlagekosten spart, einen Brennmaterialersparung herbeiführenden, gleichförmigeren Luftzug erreicht und an Raum in der Hütte gewinnt, da die Esse gewöhnlich in einiger Entfernung vom Hüttengebäude aufgestellt wird. Besonders aber spricht für gemeinschaftliche Essen in Verbindung mit unterirdischen Canälen die Lage der Werke in angebauten Gegenden und die Gewinnung von metallhaltigem Flugstaub.

Man muss aber dafür Sorge tragen, dass die Canäle nicht an zwei gegenüberliegenden Seiten in den Schornstein münden und eine solche Lage haben, dass der Rauch möglichst in der Richtung des Zuges und nicht rechtwinklig dagegen in den Schornstein tritt. Treffen in einer Esse zwei Luftströme mit verschiedener Geschwindigkeit zusammen, so vermindert der schnellere die Geschwindigkeit des langsameren und verschliesst dessen Ausströmungsöffnung mehr oder weniger. Man muss dann in der Esse eine Scheidewand bis zu einer gewissen Höhe anbringen.

Wenn mehrere Oefen eine gemeinschaftliche Esse haben, so führt man aus deren Füchsen am häufigsten und auch am zweckmässigsten die heissen Gase durch einen senkrechten oder schrägen Canal in einen hinter den Oefen hinlaufenden hohen, horizontalen Canal (Flammencanal), welcher in die Esse mündet und so hoch gemauert sein muss, dass er sich von einem hineingehenden Arbeiter bequem reinigen und repariren lässt. Solche unterirdischen Canäle kön-

nen auch als Condensationsvorrichtungen für Metalldämpfe dienen. So communiciren z. B. Bleiöfen bei Commern durch einen 800 F. langen und 15 Q. F. weiten Canal mit einer 70 Fuss hohen Esse. Auf englischen Werken führen unterirdische Canäle oft bis zu $1^1/_4$ Meilen Länge zu einem benachbarten Hügel, auf welchem eine gemeinschaftliche Esse von 40 und mehr Fuss Höhe errichtet ist.

Der gemeinschaftlichen Esse gibt man den Querschnitt, den die einzelnen Essen für jeden Ofen zusammen haben, was mehr als hinreicht, weil der Widerstand in der einen grossen Esse viel kleiner ist, als die Summe der Widerstände in den einzelnen Essen.

Zuweilen befinden sich im unteren Theile der Esse Vorrichtungen zur Benutzung der Ueberhitze der entweichenden Gase (z. B. zur Erhitzung von Gebläseluft), meist aber geschieht eine derartige Benutzung vor dem Eintritt in den Fuchs und dann gewähren solche gemeinschaftliche Essen eine viel gleichmässigere erhitzende Wirkung der Gase.

Damit keine Störungen entstehen, wenn einzelne Oefen ausser Betrieb gesetzt werden müssen, so ist in dem horizontalen Canal für jeden Ofen eine besondere Abtheilung und für jeden ein Register anzubringen.

Fig. 231 auf Tafel XI. stellt eine solche gemauerte gemeinschaftliche Esse mit 5 Absätzen, jeden von 5 Meter Höhe, dar. *a* Flammencanäle. *b* Eingang, zur Reinigung der Esse. *c* äusseres Gemäuer, drei Ziegelsteine stark in der ersten Abtheilung, in den übrigen Absätzen vermindert sich dasselbe auf resp. $2^1/_2$, 2, $1^1/_2$ und 1 Ziegelsteinstärke. *d* feuerfestes Futter in den unteren Absätzen. *e* eiserne Reife. *f* Eisenstangen, in die Esse eingemauert, auf welchen man in derselben emporsteigen kann. *g* Gesimse von farbigen Ziegelsteinen an dem Fusse jeder Abtheilung. *h* gusseiserner Ring aus vier durch Schraubenbolzen mit einander verbundenen Stücken bestehend.

Metallene Essen.

b) Metallene Essen. Von solchen Essen stehen kupferne, gusseiserne und blecherne in Anwendung. Die kupfernen sind zu theuer und widerstehen der Hitze und den atmosphärischen Einflüssen nicht mehr, als eiserne; die gusseisernen, umständlich aufzustellen, zeichnen sich vor

den gemauerten nur durch Raumersparung und geringeres Gewicht aus. Zuweilen dienen Gusseisenplatten statt des Rauhgemäuers bei Essen. Am häufigsten angewandt sind

Blecherne Essen.

Essen aus Eisenblech, welche vor den gemauerten Raumersparung, ein geringeres Gewicht, raschere Herstellung, wegen Glätte des — nicht berussten — Materials geringere Reibungswiderstände und auch geringere Erfordernisse hinsichtlich des Baugrundes voraus haben. Dagegen sind sie weniger dauerhaft, erfordern zum Schutz gegen das Rosten einen öfteren Anstrich, die Gase werden leichter abgekühlt und dadurch der Zug verringert u. dgl. m. Man wählt solche Schornsteine gewöhnlich da, wo sie nur provisorisch und nicht auf längere Zeit angewandt werden sollen, wenn es auf rasche Herstellung ankommt und der Baugrund nicht sehr günstig ist. Die Herstellungskosten können, je nach localen Verhältnissen, sich höher oder niedriger belaufen, als bei gemauerten Schornsteinen. Man gibt den aus Kesselblech zusammengenieteten Schornsteinen eine cylindrische oder abgestumpft konische Form (S. 497) und Höhen bis zu 150 Fuss. Gewöhnlich werden die Schornsteine mit Halsbändern an der Wand eines Gebäudes oder durch Zugketten oder Drahtseile (Rüstseile) gegen das Umwerfen durch den Wind am Boden befestigt. In solchem Falle bedarf es keiner so dicken Bleche und keines so grossen Durchmessers nach unten, als wenn der Schornstein frei stehen muss. Unten genügen Bleche von $^3/_8$, oben von $^1/_4$ Z. Dicke. Der Essenkörper *a* wird gewöhnlich auf einem gusseisernen Sockel *b* festgenietet und dieser mittelst eiserner Bolzen *c* mit einem festen Mauerwerk *d* verbunden (Taf. IX. Fig. 227).

Treten die Gase mit hoher Temperatur in die Esse, so erweitert man deren unteren Theil und füttert ihn auf eine gewisse Höhe mit feuerfesten Steinen aus.

Auf die Ränder der Esse sind zuweilen drei geneigte Stangen *e* genietet, welche die Blitzableiterstange *f* (Fig. 227) halten. Vom unteren Ende der Esse geht dann eine Kette in einen Brunnen.

Zum Schutze gegen das Rosten müssen die Essen alljährlich mit einem Anstrich von Kienruss und Theer ver-

sehen werden. Oelfarbe hält wohl bis 2 Jahre. Auch muss ein öfteres Reinigen der Schornsteine vom Russ geschehen.

Fig. 228, Taf. IX. stellt einen solchen blechernen Schornstein dar. *a* Fundament, aus 4 starken Gusseisenplatten von 15 Z. Q. bestehend. *b* Mauerwerk, durch 16 Fuss lange und $1^{1}/_{2}$ Z. starke Ankerschrauben *c* auf den Eisenplatten festgeschroben. *d* eiserne Platte, mit welcher das Rohr *e* von 57 F. Höhe, 12 Z. oberem und 16 Z. unterem Durchmesser und 2098 Pfd. Gewicht verschraubt ist. Der oberste Theil der Mauerung *b* besteht aus einem 20 Z. hohen und 42 Q. Z. grossen Stein, in welchem die lichte Schornsteinöffnung ausgearbeitet ist. *f* Putzthüren. *g* Rüstketten. *h* Rolle, über welche eine Kette ohne Ende zum Hinaufwinden des Arbeiters läuft, welcher die Esse anstreichen oder reinigen soll.

Register

Zur Regulirung des Luftzuges befinden sich in den Essen Register oder Temper von verschiedener Einrichtung. Bei kleineren und namentlich bei blechernen Essen befindet sich in denselben ein Klappenventil *a* (Taf. IX. Fig. 232), welches an einer horizontalen Spindel *b* mehr oder weniger geöffnet werden kann. Sollte dasselbe bei weiteren Essen in seiner Stellung nicht verharren, so gibt man der Spindel *b* (Taf. IX. Fig. 233) ausserhalb der Esse einen Arm *c* mit einem Loche nahe am Ende, durch welches derselbe mittelst eines Nagels an einem gusseisernen, ebenfalls mit Löchern versehenen Bügel *d* festgestellt wird.

Solche Klappenventile lassen sich zwar auch in horizontalen Feuercanälen anwenden, werden aber hier meist durch vertikale Schieber oder Register von Gusseisen oder Thonplatten ersetzt, welche in einem Falz an einer Kette mit Gegengewicht oder mittelst Hebelvorrichtung bewegt werden. Der Schlitz im oberen Theil des Canals lässt sich durch Sandverschluss dichten.

Horizontale Schieber in gemauerten Essen lassen sich weniger leicht handhaben. Dieselben werden zweckmässig durch eine, an einem Hebel *h* und einer Kette *i* zu bewegende eiserne Klappe *k* (Taf. IX. Fig. 229, 230) auf der Esse ersetzt, welche auch gewählt werden muss, wenn die Gase mit sehr hoher Temperatur in die Esse treten und daselbst einen eisernen oder thönernen Schieber zu bald zer-

stören würden. Es ist allerdings dabei lästig, dass der Arbeiter auf den Gipfel der Esse steigen muss, wenn der Mechanismus in Unordnung gerathen ist.

Ausser durch Schieber in Fuchs oder Esse regulirt man den Zug und die Lebhaftigkeit der Verbrennung noch durch Thüren vor dem Aschenfall, durch Beladen des Rostes mit einer höheren oder niedrigeren Brennmaterialschicht und Zuführung von mehr oder weniger Verbrennungsluft.

Auf den Zug der Essen äussern Wind, Dichtigkeit, Wärme und Feuchtigkeitszustand der Luft, sowie die Sonnenstrahlen einen Einfluss, worin ein veränderter Ofengang häufig seinen Grund haben kann (PECLET, c. l. S. 193).

Eintheilung.

§. 72. Eintheilung der Flammöfen. Je nach der in den Flammöfen hervorzubringenden Wirkung lassen sich dieselben im Allgemeinen in Röst- und Schmelzflammöfen eintheilen. In letzteren muss eine höhere Temperatur hervorgebracht werden, als in ersteren, und man erreicht dies dadurch, dass man den Röstöfen einen grösseren Rauminhalt gibt und zweckentsprechend feuert.[1])

Stimmung der Temperatur.

Ausserdem hängt die Intensität der erzeugten Hitze von der Zusammensetzung des Brennmaterials, der zugeführten Luftmenge (S. 227) und der Temperatur von Brennmaterial und Luft vor der Verbrennung ab. Nach SCHEERER[2]) hilft das Vorerhitzen des Brennmaterials nur wenig, indem z. B. eine 0° warme Holzkohle in 0° warmer Luft beim Verbrennen eine Temperatur von 2700° erzeugt, dagegen von nicht mehr als 2735°, wenn die Kohle vorher auf 400° erhitzt worden. Es steigert sich die Intensität der Hitze aber weit mehr bei Anwendung von erhitzter Verbrennungsluft. Hat letztere 400°, so gibt Holzkohle eine Temperatur von 3065°; ist gleichzeitig die Kohle 400° warm, so entsteht eine Temperatur von 3100°. SIEMENS[3]) wendet in seinem Flammofen durch einen Regenerator-Apparat stark erhitzte Luft zur

1) LE PLAY, die Waleser Kupferhüttenprozesse, deutsch v. HARTMANN. 1851, S. 61, 82. — RIVOT, Kupferhüttenkunde, deutsch v. HARTMANN. 1860. S. 7. — PECLET c. l. S. 239, 279, 291. — SCHINZ in: B. u. h. Ztg. 1857. S. 76 u. DINGL. Bd. 159. S. 200.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 494.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 483.

Verbrennung an und erzielt dabei höhere Temperaturen, als 3300—3400°, welche mit 400° heisser Gebläseluft im Eisenhohofen entstehen, und welche man bisher mit für die höchsten bei metallurgischen Prozessen gehalten hat.

Nach Lindauer[1]) gibt eine aus 80 C, 5 H, 10 O und 5 Asche bestehende Steinkohle mit kalter Luft eine Temperatur von 2735°, mit auf 300° erhitzter Luft aber von 3000°. Holzkohle oder Cokes mit 95,45 C und 4,55 Asche geben als Temperaturmaximum beim Verbrennen zu Kohlensäure bei kalter Luft 2975°, bei auf 300° erhitzter Luft 3277° C; bei Verbrennung zu Kohlenoxydgas resp. 1744 und 2033° C; bei Verbrennung zu 1 vol. Kohlensäure und 2 vol. Kohlenoxydgas resp. 2346 und 2642° C. Diese theoretischen, durch Rechnung gefundenen Temperaturmaxima sind nur Näherungswerthe und in Wirklichkeit geringer.

Röstflammöfen.

Die Feuerung bei Röstöfen geschieht auf die Weise, dass man auf dem Roste eine so hohe Brennmaterialschicht unterhält, dass, wie in Gasöfen (S. 331), wenig freier Sauerstoff sich in den auf den Herd tretenden Gasen befindet und dieselben reich an Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas sind. Diese Gase nehmen den Raum über dem Röstgut im Herde ein, verbrennen mittelst der durch Löcher in den Arbeitsöffnungen oder durch einen Canal vor der Feuerbrücke eingetretenen atmosphärischen Luft an ihrer unteren Fläche und liefern so eine gleichmässige, nicht zu hohe, zur Röstung hinreichende Temperatur.

Die dabei entstandenen verbrannten heissen Gase steigen durch die darüber befindliche Schicht noch unverbrannter Gase empor unter das Gewölbe, erhitzen dasselbe und drücken die Schicht brennbarer Gase nach unten, welche gleichzeitig durch das Wärme ausstrahlende Gewölbe erhitzt und zu einer lebhafteren Verbrennung dadurch disponirt werden. Der Luftzug ist nicht allzu rapide, so dass die Wärme der Gase grösstentheils im Ofen bleibt, theilweise aber mit den Verbrennungsproducten in die Esse gelangt. Tritt zu viel kalte Luft durch die Arbeitsthüren ein, so wird das Erz in der Nähe derselben kalt, während an andern Stellen Sinterungen erfolgen, der Strom von brenn-

1) Lindauer, Stöchiometrie. 1861. S. 227, 230.

baren Gasen nimmt ab, es entstehen durch den Stoss der kalten Luft Wirbel und unregelmässige Verbrennung, und bei abnehmender Flamme vermindert sich die Temperatur im Ofen.

Schmelzflammöfen.

Anders ist die Befeuerung der Schmelzöfen, in welchen der Herd kleiner ist, als bei Röstöfen, während auf dem Rost von bedeutenderer Grösse in derselben Zeit eine viel grössere Menge Gas erzeugt wird. Man lässt durch lebhafteren Luftzug oder bei einer niedrigeren Brennmaterialschicht mehr Luft unter den Rost treten, so dass ein Theil derselben unzersetzt durchs Brennmaterial hindurch geht, sich erwärmt, beim Eintritt in den Ofen über der Feuerbrücke mit den brennbaren Gasen sich mengt und letztere lebhaft verbrennt. Nöthigenfalls kann durch Einführung von erhitzter Luft durch Canäle hinter der Feuerbrücke die Verbrennung unterstützt und durch die Stellung und Dimensionen solcher Canäle eine mehr oder weniger vollständige Verbrennung, so wie eine mehr oxydirende oder reducirende Wirkung erzielt werden. Durch Einführung von, am besten erhitzter, Gebläseluft durch Schlitze oder Düsen über oder vor der Feuerbrücke tritt eine noch innigere Vermengung der Luft mit den brennbaren Gasen ein, die Verbrennung wird lebhafter und die Temperatur weit höher. Dies äussert sich an dem Entstehen einer intensiven Flamme, welche den ganzen innern Raum des Ofens einnimmt und durch Stoss und Strahlung sowohl auf die Ofenwände, als auf das Schmelzgut wirkt. Noch mit einer hohen Temperatur entweichen die Gase in die Esse, was zur Hervorbringung eines starken Luftzuges nicht zu umgehen ist.

Nimmt der bei einer derartigen Verbrennung hervortretende, durch ein Späheloch zu beobachtende leuchtende Glanz im Ofen ab, so deutet dies auf eine verminderte Temperatur. Diese kann dadurch eintreten, dass der Rost zu viel festes Brennmaterial enthält oder dass zu viel Luft einströmt. Im ersteren Falle, also bei einem Ueberschusse von brennbaren Gasen, nimmt Stärke, Temperatur und Lebhaftigkeit der Flamme ab; nur in der Nähe der Arbeitsthür, wo ein kleiner Luftstrom eindringt, wird sie lebhafter. Bei zu viel Luftzutritt durch den Rost entsteht eine kurze,

Herd nicht völlig erhitzende Flamme. Beim Eintreten
kalter Luft durch die Arbeitsthüren wird der Ofen ab-
hlt und auf das Schmelzgut eine häufig unerwünschte
lation ausgeübt. Am wenigsten wirkt die Luft abküh-
ein, wenn nur eine Arbeitsöffnung vorhanden ist und
lbe unter dem Fuchs liegt, wo dann beim Oeffnen der
itsthür die eindringende kalte Luft sofort in den Fuchs
it und Brennmaterial und Ofenwände gar nicht trifft,
end gleichzeitig der Zug in der Esse vermindert und ein
tzer Brennmaterialverbrauch vermieden wird (Kärnth-
Bleiöfen, Waleser Kupfererzschmelzöfen). Wo sehr
Temperaturen erzielt werden müssen, verstreicht man
r Zwischenzeit, wo nicht im Herd gearbeitet wird, die
n der Arbeitsthüren mit Thon, und nur ein Späheloch
r Thür bleibt offen.

Oxydirende u. reducirende Wirkungen.

Je nach der in Röst- und Schmelzöfen hervorzubringen-
Temperatur und einer mehr oxydirenden oder redu-
den Wirkung können die obigen beiden Feuerungs-
oden mehr oder weniger combinirt werden. Ein
lstand bleibt immer die wechselnde, unregelmässige
hthöhe des Brennmaterials.[1]) Bei Holzfeuerung pflegt
dem Brennmaterial auf dem Roste stets freier Sauer-
vorhanden zu sein, in Folge dessen man, wenn letzterer
in grossem Ueberschuss vorhanden und das Holz
rt ist, damit Temperaturen hervorbringen kann, welche
Puddeln genügen. Die Flamme ist aber immer oxydi-
. Die Anwendung von Wellholz oder Waasen ent-
ht einer dünnen Brennmaterialschicht auf dem Roste;
ntsteht eine sehr lebhafte oxydirende Flamme, aber
sehr hohe Temperatur, weil die in einer gegebenen
erzeugte Gasmenge nicht gross ist. Mit Steinkohlen
n sich, je nach der Dicke der Schicht auf dem Roste
nach der Luftzuführung, niedrige und bis zur lebhaften
sglühhitze steigende Temperaturen hervorbringen, so-
auch oxydirende und reducirende Wirkungen. Man
in einem Flammofen keine so kräftig reducirenden
kungen ausüben, als in Schachtöfen, weil der Zutritt

B. u. h. Z. 1857. S. 78.

der Luft schwer ganz abzuhalten ist und anwesende reducirende Gase nur auf die Oberfläche des Schmelzgutes wirken. Diese Wirkung ist eine stärkere, so lange die Schmelzmaterialien pulverig bleiben und öfters umgerührt werden, nimmt aber wesentlich ab, sobald Schmelzung eingetreten ist. Kommt es darauf an, das Schmelzmaterial nur vor der Einwirkung der Luft zu schützen, so gibt man entweder viel Steinkohlen auf den Rost und arbeitet mit schwachem Zuge, mit r[illegible]higer Flamme, (Eisen- und Stahlpuddeln, Rohschmelzen [illegible] Kupfererze), oder bedeckt die Schmelzmassen mit Kohle [illegible]Raffiniren des Kupfers), oder man schliesst die Haupt[illegible]urch ein Register und lässt die Flamme in eine nied[illegible]weniger Zug hervorbringende Esse treten (Sächsischer [illegible]erzröstofen).

Zur Hervorbringung oxy[illegible]ender Wirkungen kann man die Arbeitsthüren öffnen, [illegible] dünne Brennmaterialschicht auf den Rost bringen und den Zug verstärken, sodass mehr unzersetzte Luft hindurch geht, oder bei dickerer Schicht sich Gase erzeugen lassen, welche durch Luftzuführung hinter der Feuerbrücke verbrannt werden und noch überschüssigen Sauerstoff zur Oxydation des Schmelzgutes enthalten. Letzteres Verfahren ist hinsichtlich des Brennmaterialverbrauchs ökonomischer, indem bei ersterem viel Luft vorhanden sein muss, zu deren Bewegung und Erwärmung ein Theil der Wirkung des Brennmaterials verwandt wird. Dabei ist keine hohe Temperatur zu erlangen, in Folge dessen die oxydirende Einwirkung zu gering sein kann. Zur Hervorbringung kräftiger Oxydationsprozesse muss dann Gebläseluft auf den Herd geleitet werden (Treiböfen, Weissöfen, Spleissöfen). Man nennt solche mit Gebläseluft gespeiste Oefen, im Gegensatz zu den Zugflammöfen, Gebläseflammöfen, ohne dass letztere den Character der ersteren verlieren.

Zug- u. Gebläseflammöfen.

Nicht zu verwechseln mit derartigen Gebläseöfen sind solche, bei denen Gebläseluft unter den Rost geführt oder mittelst eines hinter dem Fuchse liege[illegible] haustors[1]) Luft durch den Rost ge[illegible]

1) Peclet, c. l. S. 210.

kt dadurch eine vollständigere, von atmosphärischen lssen unabhängige Verbrennung, die möglichste Ausng der Wärme innerhalb des Ofens oder die Ersparung kostspieligen Esse. Es kommt dabei zur Frage, ob die irung an Brennmaterial etc. die Kosten für Herstellung Unterhaltung des Gebläses deckt. Man bedarf bei der ʒenden schwachen Pressung, aber grössern Menge Winur eines Ventilators. Bei zu starker Windpressung e viel Flugasche auf den Herd gelangen. Exhaustoren ı vor blasenden Ventilatoren den Vortheil, dass der bequemer geneigt werden kann und die Flamme weniicht zu den Arbeitsöffnungen heraustritt.

Vergleichung der Schacht- u. Flammöfen.

Vor Schachtöfen haben die Flammöfen die grössere rsichtlichkeit des Betriebes, die Anwendbarkeit eines ı Brennmaterials, die Entbehrlichkeit eines Gebläses die Vortheile einer beliebig anzuwendenden oxydirenden reducirenden Flamme voraus, auch gestatten sie unter änden ein grösseres Durchsetzquantum, indem die Hitze . in einem grösseren Raume verbreitet ist. Dagegen sich in ihnen gewöhnlich keine so hohe Temperatur [1]), n Schachtöfen erzeugen, weil nur rohe, einen geringepyrometrischen Wärmeeffect gebende Brennmaterialien Anwendung kommen, diese nicht, wie in Schachtöfen, wärmt werden und die Verbrennung meist nur bei uft stattfindet; SIEMENS [2]) bringt jedoch in Flammöfen nwendung von erhitzter Luft Temperaturen hervor, welche im Gestell der Eisenhohöfen herrschenden übersteigen. Benutzung des entwickelten Wärmegrades und Wärmetums geschieht in Flammöfen in weit geringerem Maasse, n Schachtöfen, indem fast nur die strahlende Wärme Verwendung kommt und eine starke Wärmeausstrahlung h die Ofenwände stattfindet. Bei lebhaftem Luftzuge viel Hitze in die Esse, man heizt das Gewölbe mehr lie Sohle, welche durch jede Charge des eingebrachten s und zwar von unten herauf abgekühlt wird, wodurch

[illegible]: PECLET, c. l. S. 78, 282. — SCHINZ in B. [illegible] Bd. 159. S. 200.

eine Verzögerung des Schmelzens eintritt. Wenn bei Flammöfen mit Gebläse die Gebläseluft nicht auf das Brennmaterial wirkt, sondern hauptsächlich zur Oxydation des zu erhitzenden Körpers dient, so geben Flammöfen mit Gebläse einen geringeren Effect, als solche ohne Gebläse. PECLET[1]) schlägt die bei Flammöfen für hohe Temperaturen auf dem Herde genützte Wärme nicht über $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ derjenigen Wärme an, welche das Brennmaterial entwickeln kann. Man muss die Ueberhitze noch anderweitig möglichst zu benutzen suchen. Die Herstellung der Essen für die Flammöfen ist sehr kostspielig und es bleibt ein Uebelstand, dass der Zug sehr von der Witterung abhängt. Man kann die Herstellung hoher Essen, wie oben angeführt, dadurch umgehen, dass durch ein Gebläse Luft unter den dicht abgeschlossenen Aschenfall eingeblasen wird.

Temperaturbestimmung.

Zur Bestimmung der Temperatur[2]) in Flammöfen bedient man sich entweder verschiedener Legirungen mit bekannten Schmelzpuncten (S. 231), oder erhitzt einen Körper an der betreffenden Stelle des Ofens und kühlt ihn in Wasser ab (S. 234). Da Eisen bei der allmäligen Erhitzung besondere Farbenerscheinungen darbietet, so benutzt man letztere wohl zur Beurtheilung von höheren Temperaturen.

Anwendung.

§. 73. **Röstflammöfen.**[3]) Man bedient sich zum Rösten der Erze und Hüttenproducte meist der Flammöfen, wenn deren Schliegform (S. 68) und die erforderliche sorgfältige Abröstung die Anwendung von freien Haufen (S. 372), Stadeln (S. 380) und Schachtöfen (S. 398) nicht zulässt. Die Construction der Röstöfen muss je nach der Beschaffenheit des Röstgutes die Hervorbringung einer gewissen, nach Erforderniss zu steigernden Temperatur zulassen.

Gestalt und Grösse des Herdes.

Gestalt und Grösse des Herdes muss sich nach den zu bearbeitenden Massen hinsichtlich ihres Verhaltens und ihrer Quantitäten, sowie nach der Beschaffenheit des Brennmaterials richten. Im Allgemeinen empfehlen sich Oefen mit

1) PECLET, c. l. S. 175. — RIGAUD, über die beim Puddeln verloren gehende Wärme: Bwfd. X, 88. Polyt. Centr. 1851. S. 291.
2) LINDAUER, Stöchiometrie. Prag 1861. S. 80, 93.
3) PLATTNER's Röstprozesse. 1856. S. 7. — VOGL, in B. u. h. Ztg. 1856. S. 51.

flach überwölbtem Herde, auf welchem das pulverförmige Röstgut in nicht zu starken Lagen sich befindet, und welche, zur Erreichung des höchsten Effectes bei einem gegebenen Verhältniss der Rostfläche zur Herdfläche, eine etwas grössere Länge, als Breite, eine niedrige Feuerbrücke, eine hinreichend hohe Esse und einen Fuchs von geringer Höhe und fast der Breite des zusammengezogenen Herdendes besitzen.

Bei zu weitem Fuchse und zu hohem Herdraum wird in Folge der zu reichlich zutretenden Luft die Wärme zerstreut und der Ofen abgekühlt; man muss dann zur Hervorbringung einer gewissen Temperatur stärker feuern. Bei zu niedrigem Herdraume und zu enger Fuchsöffnung wird wegen behinderten Luftzutritts die Verbrennung der Gase über dem Röstgute beeinträchtigt, die Röstung dauert länger und fällt schlechter aus. Bei zu breiten Herden bleiben auf beiden Seiten des Flammenzuges todte Räume; je länger der Herd ist, um so vollständiger wird zwar die Hitze ausgenutzt, aber um so ungleichmässiger ist die Temperatur an der Feuerbrücke und am Fuchse. Je höhere Temperatur ein Röstgut vertragen kann und je weniger Metallabgang stattfindet, um so länger kann man bei verstärkter Feuerung den Herd machen, um noch am Fuchse Rösttemperatur zu haben. Würde aber in Folge des lebhaften Luftzuges und der höheren Temperatur eine bedeutende Metallverflüchtigung zu befürchten sein (z. B. bei Amalgamations- u. Extractionsbeschickungen), so sind weniger lange, aber breitere Herde zu wählen, indem man gleichzeitig dem Roste und dem Flammloche eine gehörige Länge gibt und zur gleichmässigen Vertheilung der Flamme dieselbe durch mehrere Fuchsöffnungen abziehen lässt, welche möglichst weit auseinander stehen.

Um jedoch auf dem Herde bequem arbeiten zu können, darf derselbe eine gewisse Breite (gewöhnlich 9—10 Fuss) nicht übersteigen.

Müssen grössere Quantitäten Röstgut bearbeitet werden, so ist es weniger rathsam, dasselbe in dickeren Lagen auf dem Herde auszubreiten, als einen Flammofen mit grösserer Herdfläche und mehreren Arbeitsöffnungen anzuwenden und

die Verbrennungstemperatur durch zweckmässiges Schüren (S. 505) und Zuführen von mehr oder weniger Luft durch passende Regulirung mit Registern hervorzubringen. Nur blendig-kiesige Erze lassen sich in dickeren Schichten bei längerer Röstzeit und öfterem Wenden abrösten, weil sie schwerschmelzig sind und durch die ganze Masse hindurch länger hitzig bleiben.

Der Herd ist entweder horizontal oder hat einiges Ansteigen nach hinten und ist aus Ziegelsteinen hergestellt, welche häufig auf einer festgestampften Sandlage hochkantig in Verband stehen. Gewöhnlich liegt der Rost auf der einen, der Fuchs auf der andern Seite der Arbeitsöffnung. Zuweilen befinden sich jedoch Arbeits- und Fuchsöffnung an einer Seite dem Roste gegenüber (Sächsischer Zinnerzofen), wenn es darauf ankommt, reducirend zu rösten (S. 508).

Feuerbrücke. Eine zu breite oder zu hohe Feuerbrücke erzeugt einen todten Raum hinter derselben, in Folge dessen der Nutzeffect des Brennmaterials herabgesetzt und die oxydirende Wirkung beschränkt wird. Eine 6—8 zöllige Breite genügt. Durch zu bedeutende Stärke der Wand zwischen Feuerbrücke und der Vorderseite wird die Rostfläche unnöthiger Weise verkleinert; man kommt mit einem 18 Zoll dicken Pfeiler aus.

Doppelöfen. Zur möglichst vollständigen Ausnutzung der Wärme legt man noch über (Mansfelder und Englische Röstöfen) oder neben den Hauptherd (Joachimsthaler Uranerzröstöfen) einen zweiten Vorwärmherd. Auch ist der Herd wohl in mehrere, terrassenförmig über einander liegende Abtheilungen getheilt, um verschiedene Rösttemperaturen zu erzeugen. Die obere Fläche des Ofens wird zuweilen zum Trocknen der Erze benutzt (Taf. X. Fig. 234).

Rotirende Herde. Um beim Rösten an Zeit- und Kraftaufwand zu sparen, und die Handarbeit zu verringern, lässt man entweder den Krähl über die horizontale Rostfläche durch maschinelle Vorrichtung sich bewegen (Parkes Doppelofen, Taf. X. Fig. 248, 249), oder man lässt bei feststehenden Krählen den konischen Herd rotiren (Englischer Zinnerzröstofen, Taf. X. Fig. 241, 242).

Condensationsvorrichtungen.

Sehr häufig sind mit den Röstöfen Flugstaubkammern (Taf. X. Fig. 243, 253), zuweilen Bleikammern behuf Darstellung von Schwefelsäure in Verbindung (Freiberg, Mansfeld).

Befeuerungsarten.

In den meisten Fällen tritt bei der Feuerung sowohl mit festem, als auch mit gasförmigem Brennmaterial (bei directer Feuerung) die Flamme in den Herdraum und kommt mit dem Röstgute in Berührung. Seltener wird letzteres von der Flamme nicht getroffen, indem man einen gemauerten oder gusseisernen Behälter (Muffel) erhitzt, in welchem sich das Erz befindet (indirecte Feuerung). Oefen der letzteren Art gehören in die Reihe der Gefässöfen und sind zuweilen mit eigentlichen Flammöfen in der Weise combinirt, dass die Flamme, nachdem sie die Muffel erhitzt hat, in einen darüber liegenden Röstherd tritt (combinirte directe und indirecte Feuerung). Von der Wirkungsweise dieser verschiedenen Heizmethoden war bereits S. 68 die Rede. Am gebräuchlichsten sind die Oefen mit directer Feuerung bei Anwendung von festem oder gasförmigem Brennmaterial. Indem bei mit festem Brennmaterial gefeuerten Oefen ein grösserer Theil der Verbrennungsluft durch die Arbeitsöffnungen zutritt, während bei Gasöfen die erforderliche Luft hinter der Feuerbrücke durch Canäle zugeleitet wird, so entsteht in letzteren eine weniger extensive Flamme und das Gewölbe kann etwas niedriger sein. Bei Gasöfen[1]) reicht zur Verbrennung der Gase meist mehr oder weniger erwärmte Zugluft aus (Taf. IV. Fig. 92, 93).

Arbeiten in Röstöfen.

Die beim Rösten vorkommenden Arbeiten sind hauptsächlich nachstehende:

1) Das Chargiren, das Einbringen des Erzes auf den Herd durch einen Trichter im Gewölbe oder durch die Arbeitsöffnung, Auseinanderziehen des Röstgutes oder ungleichmässige Vertheilung desselben auf verschiedene Stellen.

2) Das Umrühren oder Wenden des Erzes, indem

1) Ueber Gewichts- und Raumverhältnisse der brennbaren Gase vid. Lindauer, Stöchiometrie. 1861. S. 123.

man entweder mittelst eines Krähls oder einer Krücke Furchen zieht, oder mittelst eines Spatels das Röstgut umschaufelt, um die oberflächlich heissen Partien unter kältere zu mengen, eine gleichmässige Hitze zu verbreiten und für den Luftzutritt grössere Oberflächen hervorzubringen. Sobald sich Sinterungen (Klumpen) zeigen, so werden dieselben mittelst eines eisernen Hammers etc. zerklopft. Heissere Partien von der Feuerseite werden mittelst des Spatels oder der Wendeschaufel an die Fuchsseite und umgekehrt geschafft (Translociren) u. dgl. m. (Röstgezäh, Taf. XVI. Fig. 416—419). Je leichter die Erze zum Sintern geneigt sind, um so öfter müssen diese Operationen wiederholt werden. Umgekehrt wirkt ein zu häufiges Umkrählen bei schwer sinternden Erzen (Zinkblende) in Folge eingetretener Abkühlung des Ofens verzögernd auf die Röstung ein. Zuweilen werden zum theilweise abgerösteten Producte Zuschläge gegeben (Kochsalz, Kohle).

3) Das Ausräumen des Röstgutes mit Krücken durch die Arbeitsöffnung auf die Hüttensohle oder in eiserne Gefässe, oder durch mit Thon- oder Eisenplatten geschlossene Oeffnungen der Herdsohle in ein Gewölbe, aus dem dasselbe mit Schaufeln in Karren gefüllt wird. Entwickeln sich aus dem Röstgute schädliche Dämpfe (schweflige und arsenige Säure), so sind wohl zum Schutze der Arbeiter vor der Ausziehöffnung Essen angebracht, oder die Arbeiter bedecken die untere Hälfte des Gesichts mit einem Tuche. Das Entleeren muss zuweilen möglichst rasch geschehen, damit sich der Ofen nicht zu sehr abkühlt (Kupfererzöfen durch zwei Arbeiter).

4) Das Schüren und Lüften des Rostes, wobei, je nachdem eine helle Feuerung, Klinkerrost- oder eigentliche Gasfeuerung stattfindet, zweckentsprechend verfahren wird (S. 181).

5) Repariren schadhaft gewordener Ofentheile.

Beispiele.

Beispiele für Röstöfen.

1) Flammöfen mit einem festliegenden Herde.

a) Englischer Bleierzröstofen in Freiberg mit gewöhnlicher Rostfeuerung (Taf. X. Fig. 234, 235). *a* Herd, aus feuerfesten, 4″ starken Thonplatten bestehend. *b* Rost

für Steinkohlenfeuerung. *c* Arbeitsöffnungen mit 6 F. hohen Essen über denselben. *d* Luftzuführungscanäle. *e* Räume zur Aufnahme des, durch die mit eisernen Platten verschliessbaren Oeffnungen *f* herabgezogenen gerösteten Erzes, welches dann von untergeschobenen eisernen Karren oder Hunden aufgenommen wird. *g* Fuchs, zu welchem man durch eine vermauerte Thür bei *h* gelangen kann, und welcher die abgehenden Gase in Flugstaubkammern mit einer hinreichend hohen Esse führt. *i* Canäle zur Abführung der Feuchtigkeit. *k* Trockenherd, aus Eisenplatten bestehend, aus welchem das Röstgut durch Oeffnungen im Gewölbe auf den Herd gezogen wird.

Wird statt des Rostes *b* der auf Taf. IV. Fig. 92 und 93 dargestellte Gasgenerator substituirt, so gelangt man zur Construction eines Freiberger Gasröstofens von etwas veränderten Herddimensionen, nämlich: von 16 Fuss Länge, 13 Fuss Breite, 1 Fuss 8 Zoll Höhe in der Mitte und 1 Fuss Höhe an den Seiten. Die Arbeitsthüren sind 13 Zoll breit und 9 Zoll hoch. Auch hat man die scharfen Kanten und Ecken im Herde vermieden.

b) Englischer Kupfererzröstofen mit Klinkerrost (Taf. X. Fig. 236, 237). *a* Herdsohle. *b* weit auseinander liegende Roststäbe zur Aufnahme des Klinkerrostes. *c* Arbeitsöffnungen. *d* Register zur Luftzuführung. *e* Fülltrichter. *f* Canäle, zum Ausziehen des Röstgutes in das Gewölbe *g*. *h* Füchse. *i* gemeinchaftliche Esse.

c) Ungarscher Röstofen für Bleierze und früher für Amalgamirbeschickungen zu Freiberg (Taf. X. Fig. 238). *a* Rost, aus 5 gusseisernen Stäben bestehend. *b* Feuerbrücke. *c* Herd, von welchem das Herdgewölbe in der Mitte 14 Zoll, an den Seiten 10 Zoll Abstand hat. *d* Schürloch. *f* Arbeitsöffnung, 2 Fuss 8 Zoll breit, 14 Zoll in der Mitte und 8 Zoll an den Seiten hoch, mit Vorherdplatte und Esse versehen. *g* Fuchs, schräg ansteigend und mit 4 Flugstaubkammern in Verbindung, welche auf einer Schlackenschicht über dem Herdgewölbe ruhen und mit einer Esse in Verbindung stehen. Durch Flugstaubkammer und Herdgewölbe hindurch geht ein senkrechter Canal zum Einziehen des Erzes in den Herd.

d) Sächsischer Zinnerzröstofen (Taf. X Fig. 239, 240). *a* Herd. *b* Rost. *c* Arbeitsöffnung mit Gezähwalze. *d* Feuerbrücke. *e* Herdgewölbe. *f* Oeffnung mit einer Thonplatte verschliessbar, zum Einlassen des Erzes. *g* Esse. *h* Fuchs. *i* Canal, welcher in Condensationskammern *k* führt. Im Fuchs *h* befindet sich eine Klappe zum Verschliessen desselben.

2) Flammöfen mit einem rotirenden Herde.

Brunton's Zinnerzröstofen (Taf. X. Fig. 241, 242). *a* Herd, von Schiefern hergestellt und mit Thon und Ziegeln bedeckt, welchem ein gusseisernes, flach konisches Rad *b* von 12 Fuss Durchmesser und 9 Zoll Höhe oder mit $1/_{16}$ Neigung zur Unterlage dient. Auf den Speichen des Rades liegen in gleichen Abständen vier schmiedeeiserne Ringe. *c* Wasserrad von 6 Fuss Durchmesser und 8 Zoll Breite, aus dem Gefluther *d* mit Umtriebswasser gespeist. Dasselbe macht 10 Umgänge pro Minute und setzt mittelst Getrieben *e* und Winkelrädern *f* die Welle *g* des Herdes und dadurch letzteren selbst in Bewegung, so dass derselbe in 40 Min. einen Umgang macht. *h* Rost, 11 Zoll unter der Feuerbrücke *i*. *k* Herdgewölbe mit dem Fülltrichter *l* und darüber der Raum *m* zum Trocknen des Erzes. *n* Rechen, gegen die Radien des Herdes schief gestellt, zur gleichmässigen Ausbreitung und Aufrührung des Erzes. Der gusseiserne Rechen hat 3 Zoll lange, prismatische, schiefstehende Zähne, welche mittelst Schwalbenschwanz eingesetzt sind und sich nach der Abnutzung durch eine zugesetzte Oeffnung *y* auswechseln lassen. *o* Oeffnung zum Austritt des Erzes, welches mittelst der Klappe *p* abwechselnd in zwei Behälter *q* und *r* in der Weise abgelassen wird, dass der eine das geröstete Erz, der andere das abgekühlte Röstgut enthält. *s* Schieber an der Vorderseite mit einem Gegengewicht *t* in Verbindung. *u* Esse. *w* Abfallrösche.

3) Doppelöfen mit über einanderliegenden Herden.

a) Mansfelder Doppelofen (Taf. X. Fig. 243, 244). *a* Unterer und *a'* oberer Herd. *b* Feuerbrücke. *c* Rost. *d* Aschenfall. *e* Arbeitsöffnungen. *f* Herdgewölbe. *g* Flammloch. *h* Fuchs. *i* Flugstaubkammern. *k* Verankerung. *m* Gezähwalze. Man kann auch die Flamme vom unteren

Herde direct in die Flugstaubkammern leiten, wobei dann die durch das Gewölbe des untern Herdes nach oben gelangende Wärme noch ausgenutzt wird.

b) VOGL's Doppelofen für Amalgamirbeschikkung (Taf. X. Fig. 250). *a* unterer Herd, 6 Zoll ansteigend. *b* Feuerbrücke. *c* Rost. *d* Arbeitsöffnung, welche durch einen eingelegten Ziegelstein *g* verkleinert werden kann. *e* Füchse nach dem oberen Herde, von denen der mittlere breitere zum Herabziehen des Erzes auf den unteren Herd dient und durch Bedeckung mit einem Ziegel auf den nöthigen Querschnitt gebracht werden kann. *f* Ausziehöffnung.

c) Borbecker Blenderöstofen (Taf. X. Fig. 245 bis 247). *a* unterer Herd. *b* Feuerbrücke. *c* Rost. *d* Arbeitsöffnungen. *e* und *f* Herdgewölbe. *g* oberer Herd. *h* Einlassöffnungen. *i* Fuchs. *k* Feuercanal für sämmtliche Oefen.

d) PARKES' Doppelofen (Taf. X. Fig. 248, 249). *a* unterer kreisrunder Herd. *b* oberer Herd. *c* Gewölbe, auf welchem der Herd ruht. *d* Gewölbe, mit dem unteren Herd in Verbindung. *e* Oeffnungen, mit dem unteren Herd in Verbindung. *f* Gewölbe für den unteren Herd. *g* Gewölbe für den oberen Herd. *h* quadratische Oeffnungen zwischen dem unteren und oberen Herde. *k* Arbeitsthüren. *l* Löcher zum Chargiren. *m* hohle, stehende, bewegliche eiserne Welle mit zwei Armen, an welchen sich Krählen befinden. *n* Feuerung. *o* Feuerbrücke. *p* Schlitz zur Verbindung des unteren und oberen Herdes. *q* Fuchs. *r* Esse.

4) Doppelöfen mit neben einander liegenden Herden, welche mehr oder weniger vollständig abgegrenzt sind.

a) VOGL's Uranerzröstofen (Taf. X. Fig. 254.) *a* Röstherd. *b* Vorwärmherd mit der Oeffnung *c* zum Eintragen der Beschickung. *d* Pfeiler, mit darüber gespannter Gurte. *e* Rost.

b) Ungarscher Röstofen mit Trockenherd (Taf. X. Fig. 255). *a* Rost. *b* Röstherd. *c* Trockenherd, auf welchen das Erz durch einen Canal im Gewölbe gelangt, welcher durch die Flugstaubkammern hindurch geht. *d* Oeff-

nung zum Ausbreiten des Erzes auf dem Trockenherd und demnächst zum Zurückschieben auf den Röstherd. *e* Arbeitsöffnung, in der Mitte 1 Fuss 2 Zoll, an den Seiten 8 Zoll hoch. Am Ende des Gewölbes über dem Trockenherd zieht die Flamme durch einen Fuchs in Flugstaubkammern.

c) Bleierzröstofen zu Pontgibaud (Taf. X. Fig. 251—253). *a* oberer Röstherd. *b* Arbeitsthüren, 0,40 M. nach innen und 1,09 M. nach aussen. *c* Herd zum Zusammenfritten des durch den Canal *d* zugeführten Röstgutes. Der Herd *c* besteht aus feuerfesten Steinen und ist mit einer 0,10 M. dicken Lage Kalk und Sand überkleidet. *e* Arbeitsthüren. *f* Feuerbrücke mit Luftkühlung. *g* Rost. *h* Schürloch. *i* Füchse. *k* Condensationskammer, aus welcher die Gase und Dämpfe entweder direct in den Schornstein *l* oder bei gesenktem Register *m* in den Canal *n* entweichen, in welchem noch eine weitere Condensation der Dämpfe stattfindet und an dessen Ende ein saugender Ventilator und eine Esse sich befinden.

Dimensionen.

§. 74. Schmelzflammöfen. Es ist nicht möglich, auf theoretischem Wege über die Dimensionen der Flammöfen etwas Absolutes anzugeben, weil sich dieselben nach der beim Schmelzprozess hervorzubringenden Temperatur und Wirkung, und besonders nach der Natur des Brennmaterials, namentlich nach dessen Flammbarkeit richten. Die höchsten Temperaturen erhält man am besten mit fetten Steinkohlen, welche den Rost gut ausfüllen und mit langer Flamme brennen. Müssen dieselben durch Holz ersetzt werden, so sind dem Feuerraum grössere Dimensionen zu geben und man kann höhere Temperatur weniger leicht erreichen. Mit Holz gefeuerte Treiböfen erfordern z. B. höhere Herdgewölbe, als solche mit Steinkohlenfeuerung.

Ein Ofen hat die zweckmässigen Dimensionen, wenn in ihm eine gleichmässige Temperatur herrscht, so dass besonders gleichzeitig vor der Feuerbrücke und beim Fuchse Schmelzung stattfindet. Bei zu schwachem Zuge, also etwa zu engem Fuchse, tritt an der Feuerbrücke früher Schmelzung ein, als am Fuchse; im umgekehrten Falle ist der Zug zu stark und die Flamme strömt zu rasch aus dem Ofen.

Wie bereits angeführt, unterscheiden sich die Schmelzflammöfen von den Röstöfen, ausser in der Art der Befeuerung, durch ihren verhältnissmässig kleineren Herd- und grösseren Feuerungsraum bei stärkerem Zug. Beide müssen mit dem Fuchs- und Essenquerschnitt in Harmonie stehen.

Bei Oefen für höhere Temperaturen, z. B. bei Puddelöfen, auf deren Rost stündlich 70—90 Kilogramm Steinkohlen verbrannt werden, erhält der Rost, gewöhnlich bei 15 bis 20 Millimeter Entfernung der Roststäbe, etwa 0,7—0,9 Quadr. Meter und der Herd eine 3mal so grosse Fläche, die Esse 12—14 Meter Höhe bei 0,2 Quadr. Meter oder $^1/_4$ der Rostfläche Querschnitt. Die wirksame Rostfläche beträgt zweckmässig $^3/_8$ des ganzen Rostes bei guten Steinkohlen. Schweissöfen gibt man wohl noch einen grösseren Feuerungsraum.

Bei Oefen zum Umschmelzen des Roheisens verhalten sich gewöhnlich der Querschnitt von Rost und Herd auch wie 1 : 3, der Querschnitt des Rostes im Lichten zu dem des Fuchses wie 3,50 : 1, bei 10—12, ja bis 30 Meter hoher Esse mit wenigstens 0,30—0,35 Meter Querschnitt.

Bei den Waleser Kupfererzschmelzöfen hat man im Vergleich mit den Erzröstöfen (S. 515) den Querschnitt des Feuerungsraumes in dem Verhältniss von 100 : 175 vergrössert und den in den Herdraum eintretenden Gasen eine 2—3fache Geschwindigkeit gegeben, indem man dieselben mit hoher Temperatur in eine Esse von grossen Dimensionen einströmen lässt. Zweckmässig erhält der Rost 17—19 Q.-F., der Herd 154 Q.-F. Oberfläche.

Die englischen Kupferraffiniröfen unterscheiden sich wieder von den Kupfererzschmelzöfen hauptsächlich dadurch, dass der Feuerungsraum tiefer liegt, um in einer gewissen Zeit mehr Flamme hervorzubringen und die Dauer zweier Schürungen ohne Benachtheiligung der Verbrennung verlängern zu können; ferner haben sie einen weit grösseren Herdraum, weil die grösseren Kupferstücke ein leichteres Durchstreichen der Flamme gestatten, als die Erze in kleineren Stücken oder in Schliegform.

Beim Schmöllnitzer Kupferschmelzofen verhält sich die Rost- zur Herdfläche, wie 1 : 4, zur Flammenlochsfläche wie 1 : 0,35 und zur Fuchsfläche wie 1 : 0,07. Bei einem Spleissofen zu Schmöllnitz verhalten sich dieselben Flächen resp. wie 1 : 4, 25 : 0,34 und 0,128.

Die Höhe der Feuerbrücke über dem Roste, gewöhnlich bei Puddelöfen 0, 45—0, 5 Meter, richtet sich nach der Beschaffenheit der Kohle und der Länge des Herdes, so dass z. B. bei fetten Kohlen und kurzem Herde der Rost tiefer liegen muss, als im entgegengesetzten Falle, um die Flamme gehörig auszunutzen. Je nachdem die Brücke mehr oder weniger über den Herd emporragt, ist das Schmelzgut vor der Feuerbrücke mehr vor Hitze und Oxydation geschützt. Dem Flammloch gibt man etwa die Hälfte des Rostquerschnittes.

Flammloch.

Herd.

Der Herd, gewöhnlich von trapezoidaler oder eirunder, seltener kreisrunder Gestalt, zieht sich nach dem Fuchs hin zusammen, was eine gleichmässige Ausnutzung der Hitze gestattet; Tiefe und Länge des Ofens, je nach dem beabsichtigten Schmelzzweck und der Beschaffenheit des Brennmaterials verschieden, stehen häufig in dem Verhältniss von 1 : 2, bei fetten Kohlen wohl 1 : 3 und bei mageren 2 : 3. Zu grosse Länge veranlasst ungleichmässiges Schmelzen, zu geringe einen grossen Wärmeverlust. Zuweilen ist die Länge des Ofens geringer als die Breite, und ein längerer Rost liegt an der längeren Seite, wenn es z. B. darauf ankommt, bei kleinerem Haufwerk die Temperatur sehr gleichmässig über die ganze Herdfläche zu vertheilen und möglichst in der Gewalt zu haben (Kärnthner Bleiöfen).

Horiz. und geneigte Herde.

Je nach der Beschaffenheit der Schmelzproducte erhält der Herd entweder eine einseitige Neigung, so dass geschmolzene Massen continuirlich darauf abfliessen (Kärnthner Bleiöfen), oder der Herd hat im Innern eine Vertiefung, einen Sumpf, an der längeren Seite (englische und französische Bleiöfen) oder einen solchen an der einen kurzen Seite (englische Kupferöfen, Oefen zum Umschmelzen des Roheisens), oder der Herd ist horizontal (Puddelöfen) oder nur wenig geneigt (Schweissöfen) etc. Bei einer gleichzeitigen Neigung nach hinten wird eine Oxydation und Abkühlung des Eisens von der

Arbeitsthür aus vermindert. MAUDSLAY[1]) hat zum Umschmelzen des Roheisens einen Flammofen mit rotirendem Herd vorgeschlagen.

Herdmaterial.

Der Schmelzherd besteht entweder aus feuerfesten Steinen (Oefen zum Umschmelzen des Roheisens), oder aus mehr oder weniger feuerfesten losen Massen, z. B. Thon (Bleiöfen), Quarz (Kupferöfen), Mergel (Treib- und Spleissöfen), oder aus Gusseisen (Ofen zum Raffiniren des Bleies behuf des Pattinsonirens, Puddelöfen). Müssen hohe Temperaturen in Oefen mit eiserner Sohle hervorgebracht werden, so lässt man zur Kühlung Luft unter dieselbe treten und stellt auch die Herdwände, welche aus feuerfestem Material gefertigt, zu sehr angegriffen würden, aus hohlen Gusseisenstücken her, in denen Luft oder Wasser circuliren (Puddelofen). Der Schmelzherd ist seltener beweglich (englischer Treibofen), als festliegend.

Höhe des Gewölbes.

Die Höhe des Herdgewölbes richtet sich nach der Grösse des Herdes und des Feuerraums, sowie nach der Flammbarkeit des Brennstoffes. Bei allen Schmelzungen, wo pulverförmige Substanzen, also ein grosses Haufwerk, verarbeitet werden, muss das Gewölbe höher construirt werden, als die pyrotechnischen Grundsätze erfordern. Bei hohem Gewölbe wirkt die Hitze weniger auf das Schmelzgut, als bei niedrigem; ist dasselbe zu niedrig, so findet keine vollständige Verbrennung statt und das Arbeiten im Herd kann beschwerlich werden. Da die Hitze der Flamme nach dem Fuchse zu abnimmt, so zieht man das Gewölbe nach diesem zu nieder; wenn höhere Temperaturen erzeugt werden sollen, so legt man den Fuchs tief und nach der Esse zu sich erweiternd. Sowohl bei zu weitem, als zu engem Fuchs leiden der Zug, die Verbrennung und die zweckmässige Ausnutzung der Wärme.

Zuweilen macht man das Gewölbe beweglich (Treibofen), um nach Abhebung desselben im Herde besser arbeiten zu können oder um den Ofen rascher für eine folgende Campagne abzukühlen. Das Gewölbe besteht dann entweder

1) Polyt. Centr. 1859. No. 11.

aus Eisen (Treibofen) oder aus grossen feuerfesten Ziegeln (Andreasberger Treibofen, Schemnitzer Treibofen.[1])

Neuerdings sind Oefen mit parabolischem Gewölbe[2]) für Puddelöfen empfohlen, welche eine gleichförmigere Temperatur erzeugen und erhalten. Bei Oefen mit horizontaler Sohle, z. B. bei Oefen zum Umschmelzen des Roheisens, ist der lichte, vertikale Querschnitt im weitesten Theile des Ofens gleich $^3/_4$ der Oberfläche des Feuerungsraums zu nehmen.

Benutzung der Ueberhitze.

Um die Ueberhitze aus Flammöfen noch auszunutzen, legt man seltener über den Schmelzherd noch einen zweiten Herd (Kärnthner Flammöfen), als einen solchen neben denselben, einen Vorglühherd (Puddelöfen, Schweissöfen) und benutzt auch wohl die Flamme noch zum Erhitzen von Gebläseluft, von Dampfkesseln, zum Brennmaterialdarren etc.

Flugstaubkammern.

Zuweilen sind mit den Flammöfen Flugstaubkammern in Verbindung (Bleiöfen, Kupferöfen, Treiböfen[3]), Spleissöfen.[4])

Arbeitsöffnungen.

Je nach der Grösse des Herdes und den zu bearbeitenden Massen bringt man eine oder mehrere Arbeitsöffnungen an und legt dieselben in letzterem Falle an eine (Französischer Bleiflammofen, Einfacher Puddelofen, Schweissofen) oder an zwei Seiten einander gegenüber (englischer Bleiofen, Doppelpuddelofen, Montataire's[5]) Quadrupelpuddelofen). Muss der Luftzutritt durch die Arbeitsöffnung möglichst abgehalten werden, weil derselbe abkühlend oder oxydirend wirken kann, so gibt man der Arbeitsöffnung, gewöhnlich nur einer, möglichst geringe Dimensionen, macht ihre Seitenwände dauerhaft, damit sie durch das Gezäh oder durch Ausbrennen nicht erweitert werden kann (Puddelöfen, Schweissöfen) und lässt auch wohl das Gewölbe von der Arbeitsthür nach der entgegengesetzten Wand abfallen, wodurch die eintretende Luft gleichsam zurückgestossen wird (Ofen zum Umschmelzen des Roheisen).

1) Oestr. Ztschr. 1856. No. 7.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 15.
3) Oestr. Ztschr. 1856. No. 7.
4) Oestr. Ztschr. 1859. No. 38.
5) Polyt. Centr. 1860. No. 3.

Ein wirksames Mittel, den Luftzutritt zum Schmelzgut während des Arbeitens im Herde zu verhindern, besteht darin, dass man Arbeits- und Fuchsöffnung dem Rost gegenüber legt, wo dann die durch erstere eindringende kalte Luft gleich in letzteren zieht (Englische Kupfererzschmelzöfen, Kärnthner Bleiöfen). Wird nicht im Herde gearbeitet, so verschmiert man wohl die Fugen zwischen Thür und Rahmen mit Lehm.

Die Höhe der Arbeitsöffnungen über dem Hüttenboden hängt hauptsächlich von den im Herde zu verrichtenden Arbeiten ab. Wo man das geschmolzene Metall aus dem Herde ausschöpft (Kupferraffiniröfen), müssen sie z. B. tiefer liegen, als da, wo man die geschmolzenen Massen absticht.

Eintheilung.

Die Schmelzöfen lassen sich in Zug- und Gebläseflammöfen eintheilen, und es kann deren Befeuerung mit festem oder gasförmigem Brennmaterial geschehen, wie bei Röstöfen (Gaspuddelöfen, Gasweissöfen).

Bei Gebläseflammöfen kann das Gebläse einen verschiedenen Zweck haben; entweder soll

1) mittelst desselben comprimirte Luft unter den Rost geblasen werden, um die Verbrennung lebhafter zu machen und höhere, vom gewöhnlichen Luftzug unabhängige Temperaturen zu erzeugen (Taf. XI. Fig. 275). Nicht selten wird auf diese Weise Ventilatorluft bei Puddelöfen[1]), Schweissöfen[2]) und Oefen zum Umschmelzen des Roheisens[3]) mit dem besten Erfolge angewendet. Das Rauchen der Schornsteine hört dabei auf und es fallen weit weniger Cokes durch den Rost.

Ein Gebläse gewährt zwar die obigen Vortheile, beseitigt aber nicht die Schwierigkeiten, welche die wechselnde, unregelmässige Schichthöhe des Brennmaterials hervorbringt. Diese verursacht Unterschiede in der Qualität der Verbrennungsproducte und in Folge dessen auch in der Quan-

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 5, 398, 469;
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 18; 1860. S. 284, 487. Berggeist 1859. No. 95.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 15.

tität der erzeugten Wärme, sowie eine variable Absorption an Kraft[1]) (S. 227).

2) man will auf das zu schmelzende Product eine kräftig oxydirende Wirkung ausüben, in welchem Falle man Gebläseluft von einer Seite (Treiböfen, Spleissöfen) oder von beiden Seiten (Weissöfen) einleitet. Oefen dieser Art werden gewöhnlich nur unter Gebläseflammöfen begriffen (Taf. XI. Fig. 269, 272, 273). Oder

3) man wendet Gebläseluft gleichzeitig zur Verbrennung des Brennmaterials unter oder über dem Roste und zur Hervorbringung von oxydirenden Wirkungen im Herde an (Taf. XI. Fig. 280, 282).

Arbeiten in Flammöfen.

Ausser den beim Rösten (S. 513) stattfindenden Arbeiten des Chargirens, Schürens und Umrührens des Schmelzgutes, kommen bei Anwendung von Schmelzflammöfen hauptsächlich noch folgende Arbeiten vor:

1) Die Herrichtung des Schmelzherdes. Nur selten führt man die Schmelzung auf der aus feuerfestem Mauerwerk (Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens) oder aus Gusseisen (Flammöfen zum Bleiraffiniren behuf des Pattinsonirens) bestehenden Ofensohle direct aus, meist wird dieselbe mit feuerfesten losen Massen (S. 366) überkleidet, und diese gar nicht, oder mehr oder weniger sorgfältig abgewärmt. So wird z. B. die Schmelzsohle der Treiböfen aus Aescher oder Mergel oder einem Gemenge von 4 Theilen gebranntem Kalk und 1 Theil Thon (Poullaouen[2]) aufgestampft und direct das Werkblei aufgesetzt, ebenso die Sohlen der Spleissöfen. Flammöfen zum Bleierzschmelzen erhalten sorgfältig abzuwärmende Thonsohlen; in Flammöfen zum Verschmelzen der Kupfererze und kupferhaltigen Producte, sowie in Schweissöfen wird eine Sohle aus Quarz eingebrannt, nachdem das darunter befindliche Gemäuer sorgfältig abgewärmt ist; Puddelöfen erhalten eine aufgeschmolzene Frischschlackensohle; Oefen zum Umschmelzen des Roheisens haben meist Ziegelherde, zuweilen auch solche aus reinem Quarzsand oder weniger dauerhaft aus Masse

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 78.
2) B. u. h. Ztg. 1859 No. 38 u. 39.

mit $^1/_4$ bis $^1/_3$ Cokespulver. SMITH[1]) erzeugt aus gebrannten Feuersteinen ein feines Pulver, rührt dasselbe zur Mörtelconsistenz an und überzieht damit das Innere der Schweissöfen, verwendet auch die dabei fallenden Schlacken zu gleichem Zwecke.

Auf die Dauer des Schmelzherdes kann es von Einfluss sein, ob die Schmelzmaterialien in Stücken oder in Pulverform darauf gebracht werden, z. B. beim Verschmelzen gerösteter Kupfererze.[2]) Beim Erhitzen solcher Erze tröpfeln zuerst die leichtflüssigen Schwefelungen aus, gelangen bei Erzen in Stücken auf die Sohle und geben auf derselben einen Ueberzug, ohne zerstörend einzuwirken. Bei Pulverform der Erze können die Schwefelungen nicht auf die Sohle gelangen und diese ist dem zerstörenden Einfluss damit in Berührung befindlicher Oxyde, ausgeschiedenen metallischen Kupfers etc. ausgesetzt. Mehr Neigung in die Poren des Herdes einzudringen, als die Steine, haben die Metalle, weshalb man bei Ausscheidung letzterer dickere Herde oder unter denselben ein Gewölbe vorrichtet, aus welchem man die durchgedrungenen Massen wegnehmen kann (Kupferraffinirofen). Sehr zweckmässig lässt man auch wohl den Herd aus mehreren Lagen bestehen, die unterste aus einem sehr fest eingestampften Gemenge von Sand und Ziegelstücken, die oberen aus eingebranntem thonigen Quarz (Flammofen zum Verschmelzen des gediegenen Kupfers zu Detroit in Nordamerika). Man bedient sich auf den Waleser Kupferhütten als Herdmaterial meist des vom Winde an die Küste getriebenen Sandes (Triebsandes), welcher weniger Muschelschalen, als der Ufersand, und etwa 86% Kieselerde, $5^3/_4$% Kalkerde und $1^1/_4$% Eisenoxyd enthält. Feuerfesterer Sand aus der Nähe von Swansea und Neath enthält 92—93% Kieselerde und 7—8% Kalkerde und Eisenoxyd. Der beste feuerfeste Sand kommt aus England. Die Schmelzherde in Kupferöfen dauern 2—12 Monate, die untere Schicht wohl mehrere Jahre.

1) Schles. Wochenschr. 1859. No. 51.
2) LE PLAY, Waleser Kupferhüttenprozesse, deutsch von HARTMANN. 1851. S. 125.

Die Herdmasse in einem Flammofen zu **Linz** zum Schmelzen des Cementkupfers besteht aus 12 Scheffeln calcinirtem Quarzsand, 6 Scheffeln altem Herd und 3 Scheffeln pulverisirten feuerfesten Ziegeln.

2) Die Entfernung der flüssigen Massen aus dem Herde. Dieselben fliessen entweder auf der geneigten Herdsohle oder, von Gebläseluft getrieben, theilweise von selbst aus dem Ofen, während sie theilweise durch die Arbeitsöffnung herausgeschafft werden (Kärnthner Bleiöfen, Abtreibeöfen), oder aus einem Sumpfe im Ofen wird durch ein Stichloch unter der Arbeitsöffnung ein Theil des Geschmolzenen abgestochen und die Rückstände oder Schlacken durch die Arbeitsöffnungen ausgezogen (Kupferschmelzöfen, Roheisen-Umschmelzöfen, engl. Zinnöfen, engl. und franz. Bleiöfen), oder man sticht die Schlacken ab und nimmt das nicht geschmolzene Hauptproduct durch die Arbeitsthüren mit Zangen heraus (Puddelöfen, Schweissöfen), oder man zieht die Schlacken durch die Arbeitsöffnung aus und schöpft das Metall mit Kellen aus dem Herde (Silber- und Kupferraffiniröfen, Oefen zum Umschmelzen des Roheisens) u. s. f.

Die geschmolzenen Massen gelangen entweder auf die Hüttensohle oder in vor die Arbeitsthür gestellte Fördergefässe (Schlacken, Rückstände, aus denen das Haltige vom Unhaltigen auf verschiedene Weise noch geschieden werden kann), oder gleich in Formen von Metall oder Sand (Roheisen, raffinirtes Kupfer, Kupferstein), oder behuf der Zerkleinerung in Wasser (Kupfer, Kupferstein, Zinnschlacken), oder in Stechherde, aus denen sie in Formen übergeschöpft (Zinn, Blei) oder in Scheiben gerissen werden (Spleissöfen).

Die Zeit zur Beendigung des Prozesses wird angezeigt durch das Aussehn der Schmelzmassen, namentlich des Hauptproductes (Blicksilber, Puddeleisen, Puddelstahl, Kupfererz- und Steinschmelzen), durch Spanproben (Gaarkupfer), durch Schöpfproben (Roheisen, raffinirtes Kupfer, concentrirter Kupferstein), durch die Schmelzzeit etc.

3) Das Ausräumen des Schmelzherdes. Dasselbe geschieht gewöhnlich durch Ablösen mit einem Spitzhammer. Besondere Schwierigkeiten macht zuweilen das Ausräumen des mit metallischem Kupfer imprägnirten Schmelzherdes

der Kupferöfen. Auf dem Elbuferkupferwerke[1]) bei Hamburg blieben Versuche, einen solchen Herd zu zerschlagen, mit Pulver zu zersprengen und mit Steinsägen zu zertheilen, ohne Erfolg. Wurde aber der Herd durch lebhaftes Feuern in die grösste Hitze versetzt und dann Wasser hinein gepumpt, so borst derselbe unter gewaltigen Detonationen und liess sich in grösseren Stücken herausnehmen.

4) Reparaturen am Ofengemäuer. Je höher die im Ofen herrschende Temperatur, um so häufiger kommen Reparaturen vor. Während bei englischen Kupfererzröstöfen das Futter 18 Monate bis 2 Jahre dauert, so hält das eines Schmelzofens nur 9—12 Monate aus. Die höchste Dauer des Mantels aus gewöhnlichen Ziegelsteinen beträgt 5 Jahr, eines Rostes 8—13 Wochen.

Beispiele für Schmelzflammöfen. Beispiele

A. Zugflammöfen mit einem Herde.

1) Oefen mit geneigtem Schmelzherde.

a. Kärnthner Bleiofen (Taf. XI. Fig. 256, 257). *a* Herd, aus 3 Lagen bestehend, zu unterst Schlacken, darauf Lehm und zu oberst Bleischlacken. Neigung des Herdes 9 bis 10°. *b* Oeffnung zum Ablaufen des Bleies, zum Einsetzen des Schlieges und zum Herausziehen der Rückstände. *c* Züge, durch welche die abziehenden Gase, bevor sie in die Esse *d* gelangen, hindurch gehen und dabei Bleirauch absetzen. *e* Feuerbrücke. *f* Rost. g Herdgewölbe.

b. Die neueren Kärnthner Doppelöfen haben zwei Herde *a* und *b* (Taf. XI. Fig. 258, 259) über einander.

2) Oefen mit einem Sumpfe.

a. Französischer Bleischmelzofen (Taf. XI. Fig. 262, 263). *a* Herd aus Thon aufgestampft. *b* Herdgewölbe. *c* Feuerbrücke. *d* Flammloch. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Fuchs. *h* Geschleifte Esse. *i* Register. *k* Arbeitsöffnungen. *l* Stich. *m* Stechherd. *n* Schürloch. *o* Verankerung.

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. No. 11.

b. Englischer Bleischmelzofen (Taf. XI. Fig. 260, 261). *a* Herd aus Thon. b Herdgewölbe. *c* Feuerbrücke. *d* Flammloch. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Fuchs. *h* Geschleifte Esse. *i* Register. *k* Arbeitsöffnung. *l* Stechherd. *m* Aufgebetrichter. *n* Schürloch. *o* Verankerung. *p* Sumpf.

c. Englischer Kupferraffinirofen (Taf. XI. Fig. 264, 265). *a* Herd von Sand. *b* Herdgewölbe. *c* Feuerbrücke. *d* Flammloch. *e* Rost. *f* Aschenfall. *g* Fuchs. *h* Esse. *i* Arbeitsöffnungen. *k* Sumpf. *l* Schürloch. *m* Füllung. *n* Raum zum Auffangen des durch den Herd etwa hindurchgehenden Kupfers.

3) Oefen mit nahe horizontaler Sohle ohne Sumpf.

a) Bleiraffinirofen zu Stolberg, mit gusseisernem Herde (Taf. XI. 266, 267). *a* gusseiserne Pfanne von 2¾ Zoll Dicke im Boden, 1¾ Zoll Stärke am Rande und 80 Centner Gewicht. *b* Ausguss zum Ablassen des raffinirten Bleies. c Feuerbrücke 22 Zoll unter dem Gewölbe, 20 Zoll über dem Roste und 10 Zoll über dem Pfannenboden. *d* Arbeitsöffnungen. *e* Roste. *f* Fuchs. Das Herdgewölbe befindet sich 26 Zoll über dem Pfannenboden.

B. Gebläseflammofen.

1) Der Gebläsewind dient zur Oxydation der Schmelzmassen im Herde. (Eigentliche Gebläseflammöfen, welche hauptsächlich zum oxydirenden Schmelzen von Metalllegirungen, Lechen und Speisen verwandt werden).

a. Oberharzer Treibofen mit beweglicher Haube (Taf. XI. Fig. 268—270). *a* Windofen. *b* Schürloch. c Zugcanal unter dem Roste. *d* Ringmauer. *e* Kreuzabzüge in der Grundmauer. *f* Schlackenherd. *g* Steinherd. *h* Mergelherd. *i* Flammloch. *k* Balken. *l* Windofengewölbe. *m* Blindbogen. *n* Glättloch. *o* Blechloch. *p* Vorhängeblech. *q* Kannenlöcher. *r* äussere Höllenmauer. *s* Dampffang. *t* Haube. *u* Krahnvorrichtung.

b. Unterharzer Spleissofen oder grosser Kupfergaarherd (Taf. XI. Fig. 271, 272). *a* Fundament. *b* Grundabzug. c Rauhgemäuer. *d* Schlackenloch. *e* Grosses Schürloch. *f* Stechherde. *g* Kannen. *h* Windofen. *i* Schürloch.

k Feuerbrücke. *l* Flammenloch. *m* Oeffnung in der Kuppel, mit einem Deckel verschliessbar. *n* Barnstein zum Schliessen des Stichs. *o* eiserne Säule, an welcher ein das Mauerwerk umgebender Ring befestigt ist. *p* Schlackenherd. *q* Steinherd. *r* Gestübbeherd. *s* innere Höllenmauer. *t* Rost. (Von ähnlicher Construction ist der Andreasberger Steintreibofen.)

c) Englischer Treibofen (Taf. XI. Fig. 273, 274) mit beweglichem Herde. *a* elliptischer eiserner Testring, welcher ausserhalb des Ofens mit Knochenasche *b* muldenförmig ausgeschlagen ist. *c* zwei eiserne Querbalken mit 4 darauf liegenden Steinen oder eisernen Keilen *d*, in welchen der Test in dem Ofen ruht. Durch diese 4 Steine wird der Test durch die eingemauerte hufeisenförmige Eisenplatte *e* gedrückt, über welcher die feuerfeste Thonmasse *f* angebracht ist, deren obere Fläche gegen den Test abfällt. *g* Rost. *h* Aschenfall. *i* Schürloch. *k* Feuerbrücke. *l* Form. *m* Arbeitsgewölbe. *n* Glättloch. *o* Füchse. *p* Einsetzöffnungen.

2) Der Gebläsewind dient zur Verbrennung des Brennmaterials.

a) Oefen mit festem Brennmaterial gefeuert, bei Anwendung von Unterwind unter dem Roste.

Puddelofen von CORBIN DESBOISSIERES[1]) (Taf. XI. Fig. 275—278). *A* gusseiserne Mantelplatten, durch Anlegplatten *B*, durch Querschienen *b* am oberen Ende und durch flache Platten *a* und Keile am unteren Ende zusammengehalten. *C* Herdgewölbe. *D* Fuchs. *E* Rost mit 16 Stäben von Walzeisen, 1 M. lang, 16 Cent. hoch, oben 44 Millim. und unten 12 Millim. breit und 20 Millimeter weit auseinander, an den Enden durch kleine Stifte *e* in vorliegenden Schienen befestigt. *F* Feuerraum. *G* Rostbalken, durch Winkel *g* und Flachschienen *h* befestigt. Ueber dem Rost befindet sich an der kurzen Wand ein Schlitz zum Ausräumen der Asche mit dem Instrumente Fig. 279. Taf. XI. *H* Schürloch mit Trichteransatz *I*. *J* Kanal mit dem Ventilator *V* in Ver-

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 5.

bindung. *K* Aschenfall. *L* Herdboden, aus drei durch Schrauben *l* verbundenen Theilen bestehend und auf Winkeln a^1 ruhend, welche an die Seitenplatten b^1 angegossen sind. *M*, M^1 und M^2 gusseiserne Einfassung (Herdeisen), deren einzelne Stücke durch die Kupferröhren *m* und m^1 communiciren. *r* und r^1 Röhren zum Wasserab- und Zufluss. Zur Dampfableitung aus dem eisernen Herdring dient ein stehendes Rohr *N* mit Thermometer *o*. *q* röhrenförmiges Gussstück zur Abführung der Schlacke. *s* Platte, die Schwelle der Arbeitsthür *S* bildend, in welcher sich das Arbeitsloch s^1 befindet, durch eine mit dem Schauloche *t* versehene gusseiserne Thür verschliessbar. Die Arbeitsthür *S* lässt sich mittelst eines Hebels *T* mit Gegengewicht an der Kette *u* bewegen.

b) Oefen mit Gasfeuerung, bei Anwendung von Ober- oder Unterwind oder beiden zugleich.

Hierher gehören die Seite 339 — 347 erwähnten Vorrichtungen.

3) Der Gebläsewind dient zur Verbrennung des Brennmaterials und zur Oxydation der Schmelzmassen auf dem Herde.

a) Oefen, mit festem Brennmaterial gefeuert.

α) Schmöllnitzer Spleissofen mit Treppenrost und Flugstaubkammern[1]) (Taf. XI. Fig. 280—282). Der Verbrennungswind wird unter und über den Treppenrost, der Oxydationswind an einer Seite in den Herd geleitet. *a* Schmelzherd, aus 50% quarzigem Thonschiefer, 33% Talkschiefer und 17% Ziegeln geschlagen, mit 50 Qf. Herdfläche. *b* Gestübbelage. *c* Feuerbrücke. *d* Treppenrost, für Feuerung mit 18 Z. langen Holzscheiten, 40° geneigt, 39 Z. lang, 30 Z. breit, mit 8 Quadratfuss Fläche; ganze Rostfläche 11,75 Qf. *e* Windleitung. *f* Windleitungsröhre unter dem Treppenrost. *g* Winddüsen mit ½ Z. Durchmesser und 3 Z. Stechen vor dem Mittelpuncte des Herdes. *h* mit lose eingesetzten Ziegeln verschlossene Oeffnung zum Putzen des Rostes. *i* Schürloch. *k* Schürlochs-

1) Oesterr. Zeitschr. 1859. S. 301; 1860. S. 398.

thür. *l* Arbeitsöffnung, 24 Z. breit und 6 Z. hoch mit 1 Qf. Querschnitt. *m* und *n* Formen, erstere 5 Z. über dem Herde, letztere 6 Z.; Entfernung derselben von der Mittellinie 10 Z., kreuzen sich im Mittelpuncte; *m* ist 1°, *n* 1½° geneigt, Formauge 2 Z. weit. *o* Düsen von 1 Z. Durchm. *p* Herdgewölbe. *q* Lehmverstauchung mit den Stichlöchern. *r* Füchse. *s* Canal zu den Flugstaubkammern *t*. *u* Esse. *v* Spleisstiegel, in welche das Kupfer auf der schrägen Fläche *w* in Schrammen herabfliesst. *x* Gewölbe über den Spleisstiegeln. *y* Brust vor der Arbeitsthür. *z* Flammabzugsesse über der Arbeitsthür.

β) Bei einem Rohkupferschmelzofen zu Schmöllnitz[1]) von der ungefähren Gestalt eines englischen Kupferschmelzofens tritt unter den Treppenrost Zugluft, über denselben Verbrennungswind durch 5 Düsen, ähnlich wie beim vorigen, und neben der Feuerbrücke auf beiden Seiten Oxydationswind in den Herd.

b) Gasöfen.

Hierher gehört z. B. der S. 347 erwähnte Eck'sche Gasweissofen (Taf. V. Fig. 122, 123) zur Vorbereitung des Roheisens zum Frischen.

D. Gefässöfen.

Begriff von Gefässöfen.

§. 75. Allgemeines. Gefässöfen[2]) nennt man solche schacht- oder flammofenähnliche Oefen, in denen die zu behandelnden Substanzen in feuerfesten Gefässen durch Glühe- oder Flammenfeuer erhitzt werden.[3]) Die Wirkung des Brennmaterials auf den zu erhitzenden Körper wird durch das dazwischen befindliche Gefäss geschwächt, und nur mittelst eines grösseren Aufwandes an Brennmaterial ist es möglich, bestimmte Hitzgrade in den Gefässen hervorzubringen. Die Gefässe bestehen aus einem mehr oder weniger feuerfesten Thone, oder aus Guss- oder Schmiedeeisen.

---

1) Oesterr. Zeitschr. 1859. S. 301.
2) Lampad., Fortschr. 1839. p. 83.
3) Roscher, über d. Einfluss des Flammen- u. Kohlenfeuers auf die Producte bei Tiegelschmelzungen. Erdm.. Journ. f. ök. u. techn. Chem. XVI, 409.

Anwendung. Derartige Oefen kommen zur Anwendung, wenn das Brennmaterial oder die atmosphärische Luft auf die zu behandelnde Substanz eine unerwünschte Einwirkung ausübt (Darstellung und Raffination von arseniger Säure, Gussstahlschmelzen, Cementiren des Eisens, Saigern des Schwefelantimons), oder wenn bei dem Erhitzen einer Substanz verflüchtigte Körper aufgefangen und condensirt (Quecksilber-, Schwefel- und Zinkgewinnung), oder anderweitig benutzt werden sollen (schweflige Säure zur Schwefelsäurebereitung) u. dgl. m.

Eintheilung. Man kann die Gefässöfen eintheilen nach der Form der Gefässe oder des ganzen Apparates, z. B. in Tiegel-, Muffel-, Röhren-, Retorten-, Galeerenöfen, oder nach den darin vorzunehmenden metallurgisch-chemischen Prozessen in Röst-, Schmelz-, Sublimir-, Destillir-, Saiger- und Cementirgefässöfen.

Die Erhitzung der Gefässe geschieht durch rohe, verkohlte und gasförmige Brennmaterialien (Gascementiröfen), und deren Verbrennung meist durch Zugluft, seltener durch Gebläseluft (Sefström's Gebläseofen).

Die Gefässe bestehen seltener aus Guss- und Schmiedeeisen, als aus feuerfestem Thon (S. 355), an welchen man oft, z. B. bei der Zink- und Gussstahlbereitung, die höchsten Ansprüche machen muss, nämlich: Unveränderlichkeit der chem. Zusammensetzung und der physikalischen Beschaffenheit unter den Einflüssen hoher Temperaturen, oxydirender und reducirender Heizgase und glühender oder geschmolzener Metall- und Salzmassen.[1]) Der Thon ist um so besser, je mehr kieselsaure Thonerde und Kieselerde er im gebundenen Zustande, nicht als Quarz, und je weniger Alkalien, Kalkerde und Eisen er enthält. Ferner muss ein guter Thon grosse Dichtigkeit besitzen, welche ausser durch hohen Kieselerdegehalt durch die Art und Periode der Bildung der Thone bedingt ist. Die Thone des Kohlengebirges sind im Allgemeinen die feuerbeständigsten und die dichtesten (Englische, Schottische, Belgische Thone).

1) Ueber feuerfeste Materialien: Berggeist. 1860. Nr. 97. Bischof, pract. Verf. z. Bestimm. d. Güte der Thone. Dingl. Bd. 159. S. 54.

§. 76. **Röstgefässöfen.** Dieselben kommen statt der sonstigen Röstvorrichtungen, der freien Haufen (S. 71, 371), Stadeln (S. 71, 380), Schachtöfen (S. 71, 398) und Flammöfen (S. 68, 510) in Anwendung, wenn das Brennmaterial auf das Röstproduct (z. B. auf arsenige Säure beim Rösten von Arsenmetallen, beim Rösten in Muffelprobiröfen etc.) eine unerwünschte reducirende oder verunreinigende Wirkung ausübt, oder flüchtige Producte aufgefangen und nutzbar gemacht werden sollen, wobei eine Vermengung derselben mit Verbrennungsproducten hinderlich ist (Rösten von Zinkblende, von Kupfererzen, von Kupfersteinen etc. behuf Benutzung der entwickelten schwefligen Säure zur Schwefelsäuredarstellung, oder, wie zu Linz, zur Darstellung von schwefelsauren Salzen). Das Erhitzen der Körper geschieht seltener durch Glühefeuer (Holzkohlen- und Cokes-Muffelprobiröfen, Taf. I. Fig. 9—12), als mittelst Flammenfeuerung in einem mit Zügen umgebenen, gemauerten oder aus Gusseisen hergestellten muffelförmigen Raum (GRAHAM's Blenderöstofen, Arsenikröstöfen). Zu schwer röstenden Substanzen, namentlich wenn die verflüchtigten Röstproducte zu ihrer Abführung aus dem Ofen einer gewissen Spannung bedürfen, leitet man wohl Geläseluft (RHODIUS'scher Blenderöstofen zu Linz).

Anwendbarkeit.

Zuweilen combinirt man der besseren Wärmeausnutzung wegen solche Muffelöfen mit gewöhnlichen Flammöfen in der Weise, dass entweder die Flamme zuerst einen muffelförmigen Raum erhitzt, dann auf einen darüber liegenden gewöhnlichen Herd und aus diesem in die Esse gelangt (Stolberger Blenderöstofen[1]), oder dass die Flamme zunächst einen Schmelzherd überstreicht und alsdann mehrere Muffeln umspielt (Muffelofen auf Duisburger (Aggerthaler) Kupferhütte, Taf. XII. Fig. 291 — 293).

Comb. Muffel- u. Flammöfen.

Gewöhnlich erreicht man in den Muffeln keine vollständige Abröstung. Je nachdem eine solche erforderlich ist (Zinkblende) oder nicht (Kupfererze, Kupfersteine), wird das Röstgut noch in einem gewöhnlichen Flammofen voll-

Schattenseiten d. Muffelöfen.

1) PLATTNER's Röstprozesse. S. 34. MUSPRATT-STOHMANN's techn. Chem. III, 1881.

ständig abgeröstet, oder gleich zum Schmelzen abgegeben. Oefen mit indirecter Flammenfeuerung (Muffelröstöfen) gestatten keine so vollständige Ausnutzung der Wärme, als solche mit directer Heizung, lassen keine so sichere Regulirung der Temperatur zu und das Röstgut sintert leichter zusammen, weil die Erhitzung desselben von unten geschieht (S. 68).

Oefen mit Condensatoren.

Oefen der Art können mit gemauerten oder hölzernen Condensationskammern, mit Bleikammern etc. in Verbindung sein.

Beispiele.

1) Gewöhnliche Muffelröstöfen.

GRAHAM's Blenderöstofen.

a) GRAHAM's Blenderöstofen[1]) (Taf. XII. Fig. 283—285). *a* kastenförmige, durch Thonplatten gebildete Abtheilungen, mit Thüren an der vorderen Seite. *b* Feuerungsraum. c Flammenzüge. *d* Canal zum Entweichen der schwefligen Säure.

Ein ähnlicher Ofen war früher zur Oker'schen Schwefelsäurefabrik[2]) für Kupfererze in Anwendung, der jetzt durch Kilns (S. 411) ersetzt ist. Zu Linz[3]) am Rhein sind solche Oefen (RHODIUS'sche Gefässöfen) behuf Abröstung der Zinkblende mit der Abweichung im Gange, dass Gebläseluft auf das Röstgut geleitet wird.

RHODIUS'sche Gefässöfen.

In den RHODIUS'schen Oefen liegen 6 Reihen, jede mit 9 Stück thönernen Muffeln, übereinander. Letztere sind 8 F. 8 Z. tief, 15 Z. breit und 3$^3/_4$ Z. hoch, nehmen etwa $^1/_4$ Ctr. vorher in einem Schachtofen calcinirte (S. 412) und zerkleinte Blende auf und werden dann an der Vorderseite durch eine Blechthür mit 2 Z. weiter Beobachtungsöffnung dicht geschlossen.

Von einer 7 Z. weiten Windleitungsröhre gehen 5 Vertheilungsröhren aus, laufen an der Vorderseite des Ofens zwischen den 6 Muffelreihen in die Höhe und entlassen durch eine 1zöllige Düse pro Min. etwa 150 Cubf. Wind

1) Bgwfd. XI, 11. Polyt. Centr. 1846. S. 533.
2) KERL, Rammelsberger Hüttenprozesse. 2. Ausg. 1861. S. 156.
3) Berggeist 1858. Nr. 45, 52; 1859. Nr. 2. Berg- und hüttenm. Ztg. 1859. S. 438.

von 8 Z. Pressung in die Muffeln. Am hintern Ende derselben tritt die schweflige Säure durch 13 Z. lange und $2\frac{1}{2}$ Z. hohe Oeffnungen in einen gemeinschaftlichen Canal, welcher dieselbe mit einer gewissen Spannung unter arme Kupfererze behuf deren Sulfatisation führt. Die auf 7 Herdrösten von 5 Fuss Länge und 10 Zoll Breite erzeugte Flamme durchzieht den Raum zwischen je zwei Muffelreihen und wird oberhalb derselben in einem eigenen Raume noch zum Erhitzen eines Dampfkessels benutzt. Nach 12stündiger Röstung wird die Blende ausgezogen und in einem gewöhnlichen Flammofen todtgeröstet.

Andreast ger Arsei röstofe

b) Andreasberger Arsenikröstofen (Taf. XII. Fig. 286—290). *a* Oeffnung zum Einbringen des Arsenikschlieges. *b* Röstherd. *c* gusseiserne Muffel. *d* Schlitz im Herde, durch welchen die Rückstände in den Raum *e* gelangen. *f* Arbeitsöffnung mit der Walze *g* zur Leitung des Gezähes. *h* Schlot zum Abziehen zurücktretender Dämpfe. *i* Oeffnung, durch welche die arsenige Säure in den gemauerten Giftfang *k* tritt. *l* Schieber zur Regulirung des Zuges. *m* doppelte Lage Barnsteine. *n* Züge, durch welche die Flamme unter den ganzen Herd geleitet wird. Sie sind durch die Züge *o* mit einander verbunden und aus diesen tritt die Flamme neben und über die Muffel in den Raum *p* und von da in die Esse *q*. *r* Schieber zur Regulirung des Zuges. *s* hohler Raum zwischen dem Feuer- und Traggewölbe. *t* überwölbter Feuerraum, mit den Zügen *n* in Verbindung. *u* Aschenfall. *v* Oeffnungen zum Reinigen der Züge *n*. *w* Giftthurm, aus 14 hölzernen Kammern bestehend, von denen sich 3mal 4 Kammern über einander und zwei mit einer Esse verbunden unter dem Dache befinden.

2) Oefen mit combinirter directer und indirecter Feuerung.

Comb. Mı u. Flamm

a) Muffelofen mit einem Schmelzherd und 3 Röstesohlen auf Duisburger Kupferhütte (Taf. XII. Fig. 291—293). *a* Rost. *b*. Schüröffnung. *c* Feuerbrücken. *d* Schmelzherd. *e* Arbeitsöffnungen. *f* Flammenzüge. *g* Muffeln. *h* Muffelmündungen. *i* Canal für den Abzug der

Verbrennungsproducte in die Esse. *k* Canal zur Abführung der schwefligen Säure in Schwefelsäurekammern. *l* Register. *m* Raum für den Salpeterkasten. *n* Stichöffnung.

Construction.

§. 77. Schmelzgefässöfen. Dieselben kommen von der verschiedensten Construction vor, bestehen aber gewöhnlich in einem schachtförmigen Raume, in welchem Schmelzgefässe (Thontiegel) am häufigsten durch sie umgebende verkohlte Brenntsoffe (Holzkohlen oder Cokes) erhitzt werden. Die Gefässe stehen dann entweder auf einem Roste und das Brennmaterial wird durch Zugluft (Windöfen, Taf. I. Fig. 13—15) oder auch durch unter den Rost geleitete Gebläseluft (Gussstahlöfen, Taf. XII. Fig. 294) verbrannt, oder die Gefässe stehen auf einer soliden Unterlage und die Verbrennung findet durch in das Brennmaterial geleitete Gebläseluft (Sefström's Gebläseöfen, Taf. I. Fig. 19, 20) statt. Wird in letzterem Falle erhitzte Gebläseluft, wie beim Sefström'schen Ofen, angewandt, so lassen sich leicht sehr hohe Temperaturen hervorbringen.

Bei Anwendung von rohen, flammegebenden Brennmaterialien stehen die zu erhitzenden Gefässe (thönerne Tiegel oder gusseiserne Tiegel und Kessel) entweder an der Seite der Feuerung (Gussstahlöfen, Taf. XII. Fig. 299; Freiberger Silberschmelzöfen, Taf. XII. Fig. 298), oder auf einem durchbrochenen Gewölbe über derselben (Okerscher Messingschmelzofen, Montefiore's Zinkofen, Taf. XII. Fig. 302; Steinkohlen- Zugprobiröfen, Taf. I. Fig. 16—18). Durch Zuführung von Gebläseluft unter den Rost kann dann die Verbrennung beschleunigt werden (Gussstahlofen, Taf. XII. Fig. 300, 301). Beim Pattinson'schen Krystallisirapparat werden gusseiserne Kessel über der Feuerung an ihrem Rande aufgehängt oder durch Tragsteine unterstützt.

Soll eine oxydirende Wirkung auf das Schmelzgut ausgeübt werden, so stellt man die Schmelzgefässe in einen muffelartigen Raum, welcher von aussen durch Glühe- oder Flammenfeuer erhitzt wird (Muffelprobiröfen, Taf. I. Fig. 5—12); Oberharzer Silberfeinbrennöfen, Taf. XII. Fig. 295, 296).

Beispiele.

1) Oefen mit Glühefeuer.

a) Jackson's Gussstahlschmelzofen (Taf. XII. Fig. 294). *a* Ofenschacht. *b* Tiegel. *c* Rost. *d* Windröhre. *e* schräger Canal, in welchem die Asche in den gemeinschaftlichen Aschenfall *f* gelangt. *g* Flammenzüge. *h* Dampfkessel, durch die abziehende Flamme geheizt. *i* Sieberöhren. *k* Deckel.

Gussstahlofen.

b) Oberharzer Silberfeinbrennofen (Taf. XII. Fig. 295—297). *a* Grundmauer. *b* Herd. *c* horizontaler Hauptzugcanal. *d* verticaler Zugcanal. *e* Züge in der Grundmauer. *f* Nebenzüge. *g* lose Barnsteinmauer. *h* Arbeitsöffnung. *i* Test. *k* Muffel.

Silberfeinbrennofen.

2) Oefen mit Flammenfeuerung.

a) Die Tiegel stehen zur Seite der Feuerung.

α) Gussstahlofen (Taf. XII. Fig. 299). *a* Rost. *b* Tiegel. *c* Füchse. *d* Deckel. *e* Windröhre, welche unter den Rost mündet.

Gussstahlofen.

β) Früherer Freiberger Amalgamirsilberschmelzofen (Taf. XII. Fig. 298). *a* Windofen für Steinkohlenfeuerung, mittelst des durch eine Scheidewand getheilten Zuges *b* mit dem Schacht *c* in Verbindung. *d* eiserner Tiegel, innerlich und äusserlich mit Lehm überzogen, mit einem Deckel versehen und auf geschmiedeten Rostbalken *e* stehend. *f* hohler Raum mit gusseiserner Bodenplatte, auf welcher ein Gefäss *g* zur Aufnahme etwa durchgehenden Silbers steht. *h* Fuchs. *i* Eisenplatte, auf welcher das Gezäh erwärmt wird. *k* Esse. *l* mit einer Thür verschliessbarer Raum über dem Schmelzkessel. *m* Schürloch.

Freiberger Silberschmelzofen.

b) Die Tiegel etc. stehen über der Feuerung.

α) Gussstahlofen (Taf. XII. Fig. 300, 301). *a* Schmelztiegel. *b* Rost. *c* Gewölbe, von Canälen *d* durchbrochen. *e* Windröhren. *f* Oeffnungen, mit Deckeln verschliessbar. *g* Füchse.

Gussstahlofen.

β) Montefiore's Ofen zur Verarbeitung des Zinkstaubes (Taf. XII. Fig. 302, 303). *a* zwölf Thonröhren von 7 Z. innerem und 9 Z. äusserem Durchmesser und 2 F. 4 Z. Höhe, durch die Scheidewand *b* in zwei Reihen getrennt. *c* cylindrische Thonkörper von 8 Z. Höhe und $6\frac{1}{2}$ Z. Durchmesser, mittelst eines am Ende der eisernen

Zinkstaubofen.

Stangen *d* angebrachten Kreuzes *l* drehbar. Die Stangen *d* bewegen sich in einer Leitung e. *f* Rost. *g* durchbrochenes Gewölbe. *h* Fuchs. *i* Esse. *k* Stichöffnung.

Construction.

§. 78. Sublimirgefässöfen. Dieselben bestehen aus zwei Haupttheilen, dem Heiz- und dem Condensationsraum (Vorlage). Ersterer enthält über einer Flammenfeuerung die Gefässe zum Erhitzen der Substanzen in Gestalt von gusseisernen Kesseln (Sublimation von Rohschwefel und arseniger Säure) oder mehr oder weniger horizontal gelegten Thonröhren (Sublimation von metallischem Arsen, Schwefelarsen, Schwefel aus Schwefelkiesen). Der Condensationsraum besteht seltener aus gemauerten Kammern (Schwefelsublimation), als aus eisernen stehenden Cylindern (arsenige Säure) oder mehr oder weniger geneigten thönernen Röhren (Vorlagen).

Beispiele.

Andreasberger Arsenikraffinirapparat.

a) Andreasberger Arsenikraffinirofen (Taf. XII. Fig. 304—307). *a* gusseiserner Kessel, welcher sich am meisten abnutzt und mit dem Obertheile *á* zusammengeschroben werden kann. *b* Feuerung. *c* Rost. *d* Aschenfall. *e* Füchse, welche je zwei von einer Feuerung durch einen gemeinschaftlichen Canal *é* in die gemeinschaftliche Schlotte *f* führen. *g* zusammengefügte gusseiserne Cylinder (Trommeln) zur Aufnahme des Arsenikglases, mit dem Hute *h* und der knieförmigen Röhre *i*, welche in die durch eine eiserne horizontale Zunge getheilte Condensationskammer *k* führt. *m* Esse in der oberen Kammerabtheilung. *n* Oeffnung im Hute zum Einbringen einer eisernen Nadel. *o* Schürloch. *p* Canal, welcher den Feuerungsraum mit dem Schlot *f* verbindet.

Realgarofen.

b) Sächsischer Realgarofen (Galeerenofen) (Taf. XII. Fig. 308—310). *a* Röhren zur Aufnahme des Erzes etc. *b* thönerne Vorlagen. *c* Rost. *d* Füchse.

Construction.

§. 79. Destilliröfen. Dieselben enthalten, ähnlich wie die Sublimationsöfen, über oder neben einer Feuerung thönerne oder eiserne Gefässe (Röhren, Muffeln, Tiegel, Retorten) zur Aufnahme der zu behandelnden Substanz und Verdichtungsvorrichtungen (eiserne oder thönerne Röhren, Kasten, Kolben etc.) für das dampfförmig ausgetriebene Hauptproduct (Zink, Quecksilber, Schwefel).

Beispiele. Oberschles. Zinkofen.

1) **Oberschlesischer Zinkdestillirofen** (Taf. XIII. Fig. 319—322). a. Nischen oder Vorkapellen für je zwei Muffeln. Diese Nischen können, um eine zu starke Abkühlung der Vorlagen zu verhüten, mit Vorsetzthüren versehen werden, welche mit Blechen verschliessbare Oeffnungen enthalten, durch die man zur Vorlage gelangen und dieselbe, sowie die nach unten gehenden Tropfröhren mittelst eines Eisens aufräumen kann, wenn sich dieselben verstopft haben sollten. Ist die Vorlage zu heiss geworden, so lässt man durch die Oeffnungen in den Thüren Luft zu. *b* Tropflöcher zur Aufnahme des condensirten Zinkes, an der Sohle mit Eisenplatten versehen und mit einer Herdplatte *n* bedeckt. *c* Muffeltemperofen, durch die abgehende Flamme erhitzt. *d* Galmeicalcinirofen. *e* Kessel zum Umschmelzen des Tropfzinkes. *f* Kamin für den Schmelzkessel. *g* Kamin für den Muffeltemperofen. *h* Kamin für den Calcinirofen. *i* gusseiserne Formen für das umzuschmelzende Zink. *k* Füchse für die Muffelfeuerung. *l* Muffeln, an der Vorderseite mit 2 Oeffnungen versehen, einer solchen im unteren Theile mit einer Thonplatte *y* verschliessbar zum Ausräumen der Rückstände, und einer oberen zur Aufnahme der Vorlage. Diese besteht aus der $2\frac{1}{2}$ Fuss langen Thonröhre, dem Halse *p* (Taf. XIII. Fig. 322), mit einer Oeffnung *q* am Kopfe zum Eintragen der Beschickung versehen. An dieser befindet sich die konische Röhre *r*, welche mit ihrem unteren Ende in die zu den Tropflöchern *b* führende Oeffnung *m* hineinragt. Zur Unterstützung der Vorlage in der Muffel dient ein Stück feuerfester Ziegel, der Steg *s*, welcher unter der Vorlage in der Muffelmündung befestigt wird. *t* eiserne Rostträger. *u* Rost, aus 6—9 Stäben bestehend. *v* Schürloch. *w* Schlund. *x* Kreuzgewölbe.

Neuere Construction.

Diese, auf den meisten Oberschlesischen Hütten noch angewandte Construction der Zinköfen ist auf den Werken der **Altenberger** und **Stolberger Gesellschaft** mehrfach modificirt, namentlich hat man eine andere Form der Vorlagen gewählt und der Flamme ihren Abzug nach unten gegeben. Die Einrichtung solcher **Oefen mit zurückkehrender Flamme** ist aus Fig. 323 auf Taf. XIII. zu

ersehen. *a* Raum vor der Muffel *m*. *v* thönerne Vorlage mit Bauch. *u* blechernes Vorsteckgefässe. *d* Füchse, in den horizontalen, mit der Esse verbundenen Canal *b* mündend. *c* Canal zur Wegschaffung der ausgeräumten Rückstände. *x* Kreuzgewölbe.

Belgischer Zinkofen.

2) Belgischer Zinkofen (Taf. XIII. Fig. 324—326). *a* feuerfeste Thonröhren. *b* thönerne oder eiserne Vorlagen. *c* eiserne Vorstecktuten. *d* Rost. *e* Aschenfall. *f* Füchse. *g* Esse. Auch an den Belgischen Zinköfen sind in neuerer Zeit mehrfache Veränderungen, namentlich hinsichtlich der Gestalt des inneren Raumes, der Vorlagen etc. vorgenommen, welche bei der Zinkdarstellung näher angegeben werden.

Quecksilber-Destillirofen.

3) Zweibrückscher Quecksilberofen (Taf. XII. Fig. 318). *a* eiserne Retorten. *b* Vorlage. *c* Rost. *d* Aschenfall. *e* Gewölbe. *f* Züge. Die Quecksilberdarstellung im Zweibrückschen ist seit einigen Jahren aufgegeben.

Construction.

§. 80. Saigeröfen. Dieselben sind hauptsächlich bei der Gewinnung des Wismuths und Grauspiessglanzerzes in Anwendung und bestehen im Wesentlichen aus Röhren oder Tiegeln, welche mittelst Glühe- oder Flammenfeuer erhitzt werden, und aus thönernen oder eisernen Recipienten zur Aufnahme des ausgesaigerten Productes.

Beispiele. Schneeberger Wismuthofen.

1) Schneeberger Wismuthofen (Taf. XII. Fig. 311). *a* eiserne Röhre, an ihrem oberen Ende verschliessbar. *b* Gefäss zur Aufnahme des ausgesaigerten Wismuths, welches durch geringe Feuerung warm erhalten wird. *c* Feuerungsraum. *d* Gewölbe. *e* Zugöffnungen. *f* Trog mit Wasser, in welchen die Rückstände hineingezogen werden.

Plattner's Wismuthofen.

2) Plattner's Wismuthofen (Taf. XII. Fig. 312 und 313). *a* vier neben einander liegende gusseiserne Röhren. *b* Gefäss zur Aufnahme des Wismuths. *c* Füchse. *d* Esse. *e* Sammelraum für die Flugasche. *f* Rost. *g* Aschenfall.

Wolfsberger Antimonofen.

3) Anhaltinischer Antimonofen (Taf. XII. Fig. 314). *a* Seitenmauern mit Zuglöchern. *b* Tiegel, in einer Reihe nebeneinander, mit durchlöchertem Boden zur Aufnahme des

Antimonerzes. *c* Untersatz zur Aufnahme des ausgesaigerten Schwefelantimons. *d* Asche, Sand, Dammerde u. dgl. *e* Feuerungsraum.

4) Ungarscher Antimonofen (Taf. XII. Fig. 316). *a* Tiegel. *b* Untersatz. *c* Recipient. *d* Gewölbe. *e* Rost.

Ungar. Antimonofen.

5) Französischer Antimonofen (Taf. XII. Fig. 315). *a* Thonröhren. *b* Untersatz. *c* Gewölbe. *d* Deckel. *e* Rost. *f* Canäle zum Einleiten von Wärme aus dem Feuerungsraume. *g* Arbeitsgewölbe.

Franz. Antimonofen.

§. 81. Cementiröfen. Dieselben bestehen aus einem oder mehreren thönernen Kästen, welche seltener durch Glühefeuer, als durch flammende feste Brennstoffe oder gasförmige Brennmaterialien[1]) erhitzt werden. Erstere verbrennen auf Planrosten oder auf Treppenrosten.[2])

Construction.

Schwedischer Cementirofen (Taf. XII. Fig. 317). *a* thönerne Cementirkästen, welche so aufgestellt sind, dass neben und unter denselben Züge bleiben, welche von der Flamme passirt werden. *b* Feuerungsraum. *c* Aschenfall. *d* Oeffnung zum Einsetzen von Probestücken. *e* Arbeitsöffnung. *f* Gewölbe. *g* Züge. *h* Raum zum Brennen der Cementirkästen. *i* Oeffnungen zum Raume *h*.

Beispiele. Schwed. Cementirofen.

Drittes Kapitel.

Von den Vorrichtungen zur Condensation des Hüttenrauches.

§. 82. Allgemeines. Bei vielen Hüttenprozessen auf trockenem Wege entstehen flüchtige Producte, welche in Gestalt von Gasen, Dämpfen oder pulverförmigen Substanzen entweichen und sich theilweise als Staub (Flugstaub, Fluggestübbe, Rauch, Nicht, Hüttennicht, Stauberz, Ofenflugasche etc.) absetzen.[3])

Rauchbildung.

---

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 119.
2) Leoben. Jahrb. 1854. S. 119. B. u. h. Ztg. 1860. S. 419.
3) Plattner's Röstprozesse. 1856. S. 328.

Diese verflüchtigten Körper werden entweder mittelst des betreffenden Hüttenprozesses absichtlich, als Haupt- oder wichtiges Nebenproduct, erzeugt (Schwefel, Quecksilber, schweflige und arsenige Säure), oder ihre Bildung ist nicht zu vermeiden und kann dann sehr unerwünscht sein, weil der Hüttenrauch sowohl auf die Vegetation der Umgegend und auf den thierischen Organismus eine zerstörende Wirkung ausübt, als auch in demselben enthaltene, noch nutzbare Metalle verloren gehen.

Schädlichkeit des Rauches.

Der schädliche Einfluss des Hüttenrauches auf die Vegetation, welcher nur zu häufig Klagen der Landwirthe hervorruft, besteht darin,

1) dass die Pflanzen durch gewisse Bestandtheile desselben, namentlich durch schweflige Säure und dampfförmige wasserfreie Schwefelsäure direct in kurzer Zeit zerstört werden. Nach TURNER[1]) tödtete eine $^1/_{10000}$ schweflige Säure haltende Luft innerhalb 48 Stunden alle Blätter einer Pflanze.

Bei Röstungen mit Kochsalz (Amalgamation, AUGUSTIN's Silberextraction, BECCHI's Kupferprozess), sowie in chemischen Fabriken, namentlich Sodafabriken, kann sich Chlorgas und salzsaures Gas entwickeln, welche ebenfalls auf die Vegetation sehr schädlich wirken, wie die unten citirten Untersuchungen STÖCKHARDT's und einer belgischen Commission[2]) dargethan haben, welche letztere im Jahre 1855 zur Ermittelung der Schädlichkeit von Dämpfen aus chemischen Fabriken auf die benachbarte Vegetation niedergesetzt worden.

2) dass die im Rauche enthaltenen Metalloxyde vom Boden aufgenommen werden und mit den zur Ernährung der Pflanzen dienenden löslichen Humusbestandtheilen der Ackererde unlösliche Verbindungen eingehen, wodurch der Humus als solcher allmälig verschwindet.[3])

---

1) KARST. Arch. 1 R. XII, 296. ERDM., J. f. ökon. Chem. XV, 296.
2) Polyt. Centr. 1857. S. 1220.
3) RETTSTADT, über die Einwirkung des Rauches der Silberhütten im Oberharze auf die Waldbäume und den Forstbetrieb: Allgem. Forst- und Jagdzeitung. 1845. S. 132. STÖCKHARDT, über die Ein-

Die Lage vormaliger Hüttenwerke wird noch lange Zeit durch die Sterilität des Bodens angedeutet.

Besonders schädlich wirkt in dieser Beziehung der Bleirauch, welcher auch als der Hauptfeind des thierischen Organismus auftritt und die furchtbare Krankheit der Hüttenarbeiter, die sogenannte Hüttenkatze (Tabes saturnina), einen allgemeinen Austrocknungs- und Verschrumpfungsprozess, hervorruft.[1]) Die schädliche Wirkung des vom Hüttenrauch getroffenen Viehfutters ist bekannt, und der auch in den geringsten Mengen nachtheilige Einfluss des Bleies, selbst in unlöslicheren Verbindungen, gibt sich in den Verheerungen des Innersteflusses, welcher die bleiglanzhaltigen Fluthabgänge aus Oberharzer Pochwerken aufnimmt, vielfach zu erkennen.[2])

Arsenikalische Dämpfe, in der Luft vertheilt, wirken, wenn nicht gleichzeitig Bleidämpfe und schweflige Säure im Spiele sind, ungleich milder auf den thierischen Organismus, als arsenige Säure in Substanz, als Pulver oder in Auflösung.[3])

Antimonrauch, wie er sich z. B. bei Darstellung des Antimonbleies erzeugt, kann in concentrirter Form schädlich wirken. Man macht deshalb beim Abstrichfrischen die Stechherde tiefer und weniger weit als sonst, damit die Oberfläche, auf welcher Antimon verdampft, kleiner wird.

Condensationsvorrichtungen.

Man hat nun auf Hüttenwerken Vorrichtungen zur Condensation des Rauches, um denselben entweder von der Umgebung abzuhalten oder darin enthaltene Metalle noch theilweise wieder zu gewinnen. In manchen Ländern sind die Hüttenbesitzer gesetzlich verpflichtet, den Hüttenrauch zu beseitigen.

Je nach der leichteren oder schwierigeren Condensir-

---

wirkung des Rauches der Silberhütten auf die benachbarte Vegetation. Bgwfd. XIII, 609. B. u. h. Ztg. 1850. S. 344.

1) Brockmann, über die Bleikrankheiten der Hüttenarbeiter in: Holscher's Annalen II, 556. — Brockmann, die metallurgischen Krankheiten des Oberharzes. Osterode 1851. — Döbereiner, Lehre von den giftigen und explosiven Stoffen. Dessau 1858.

2) Meyer, die Verheerungen der Innerste. 2 Bde.

3) Bgwfd. XIII, 619. Pogg. Ann. XIV, 499, 506; XX, 488. Erdm., J. f. pr. Chem. XLV, 122.

barkeit der Bestandtheile des Rauches sind diese Vorrichtungen verschieden; am schwierigsten lassen sich Gase, weniger schwer Dämpfe und am leichtesten pulverförmige Substanzen (Flugstaub) verdichten. Häufig enthält der Rauch Substanzen in allen drei Zuständen und es entzieht sich dann leicht bei der Verdichtung des einen der andere der Condensation, z. B. Gase und Dämpfe bei Auffangung des Flugstaubs in Kammern.

Der Rayon des schädlichen Einflusses des Rauchs erstreckt sich am weitesten nach der Richtung des herrschenden Windes und lässt sich durch Windbeobachtungen ungefähr feststellen.[1])

Beschaffenheit der Gase.

§. 83. Condensationsvorrichtungen für gasförmige Substanzen. Die bei Hüttenprozessen entwickelten Gase sind entweder von unschädlicher Wirkung (Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas) oder von schädlichem Einfluss auf die Umgebung (schweflige Säure, Chlorgas und Chlorwasserstoffgas). Letzterer tritt besonders bei schwerer und feuchter Luft hervor und wenn die thaubelegten Vegetabilien von den Sonnenstrahlen getroffen werden.

Condensation des salzsauren Gases.

Von untergeordneter Bedeutung bei hüttenmännischen Prozessen ist die Entstehung und das Entweichen von Chlorgas und salzsaurem Gas; wichtiger dagegen ist sie bei chemischen Fabriken, namentlich in Sodafabriken. Man lässt hier die Salzsäure möglichst von Wasser absorbiren, bringt sie dann wohl mit in Wasser suspendirten festen Körpern — z. B. nach KUHLMANN's[2]) Vorschlag mit kohlensaurem Baryt oder Kalk[3]) — zusammen und führt sie endlich in eine hohe Esse, um sie möglichst in der Luft zu vertheilen. So erhebt sich z. B. in der TENNANT'schen Sodafabrik bei Glasgow ein 435 Fuss hoher Schornstein mit 40 Fuss Durchmesser an der Basis und 14½ Fuss an der Spitze.

Beim Verschmelzen von Blei- und Kupfererzen in Flammöfen mit Flussspath kann sich Flusssäure entwickeln.

Bei hüttenmännischen Prozessen spielt dagegen unter

1) Polyt. Centr. 1857. S. 1222. Bgwfd. XVI, 324.
2) Polyt. Centr. 1857. S. 1315.
3) DINGL., Bd. 136. S. 129.

den verflüchtigten Substanzen die bei Röstprozessen oder beim Verbrennen schwefelhaltigen Brennmaterials entstandene schweflige Säure die Hauptrolle, und in ihrer Begleitung tritt meist dampfförmige wasserfreie Schwefelsäure (S. 20) auf, welche aus der Luft Wasser absorbirt, als weisser Nebel [1]) weit von Hüttenwerken noch sichtbar ist und zerstörende Einwirkungen auf die Vegetation ausübt, wie die schweflige Säure.

Condensa der schw gen Säu

Man bestimmt nach REICH [2]) die schweflige Säure in einer damit geschwängerten Luft auf die Weise, dass man letztere mittelst eines Aspirators ansaugt, durch eine Kalilösung gehen lässt und in dieser die schweflige Säure durch Iodlösung titrirt oder nach ihrer Oxydation als Schwefelsäure bestimmt. In letzterem Falle muss die schon vor der Oxydation vorhandene und besonders ermittelte Schwefelsäure in Abzug gebracht werden.

Bestimm der schw Säure

Die Condensation der schwefligen Säure kann auf chemischem und mechanischem Wege geschehen.

Condens tionsvorr tungen f schwefl. S

1) Condensation der schwefligen Säure auf mechanischem Wege durch Wasser.

Condensa durch Wa

VIVIAN [3]) bediente sich hierzu schon im Jahre 1821 auf Kupferhütten in Südwales eines langen, mit grossen Kammern und einer Esse in Verbindung stehenden Canals, durch welchen der Rauch aus Kupfererzröstöfen hindurchzog und in den mit Scheidewänden versehenen Kammern durch herabtröpfelndes Wasser gewaschen wurde. Zur Hervorbringung des erforderlichen Zuges legte man einen Schmelzofen an die Esse. Bei dieser Einrichtung wurden Schwefelsäure und arsenige Säure vollständig und die schweflige Säure zum grössten Theile verdichtet. Der Rauch enthielt nach dem Verlassen der Regenkammern höchstens $^1/_{38}$ von den aus dem Ofen fortgehenden 5 Procenten schwefliger Säure, oder $^{13}/_{10000}$. Ausserdem stieg der gereinigte Rauch leichter in die Luft und vertheilte sich feiner, ehe er wieder auf die

1) LE PLAY, Waleser Kupferhüttenprozesse, deutsch von HARTMANN. 1851. S. 75.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 165.
3) KARST. Arch. 1 R. XIII. 175. Bgwfd. XVI, 354.

Umgebungen herabfiel. Wasserdampf nahm nicht mehr schweflige Säure auf, als Wasser.

Auf Llanelly-copper-works wird nach GURLT[1]) dieses Ziel noch einfacher und ohne Störung des Zuges dadurch erreicht, dass man die von den Producten aus Flammröstöfen durchströmten Canäle theilweise mit stets feucht gehaltenen Rostcokes (Cyndern) anfüllt. Derartige Vorrichtungen gestatten gleichzeitig eine sehr vollständige Verdichtung der mit den Gasen verflüchtigten Dämpfe und des Flugstaubes.

Zuweilen leitet man die schweflige Säure direct in eine Esse (Bostoner Röststadeln S. 387).

Condensation durch chemische Mittel.

2) Condensation der schwefligen Säure durch chemische Mittel.[2])

Diese Mittel können in nachstehenden bestehen:

Schwefelsäurebildung.

a) Die schweflige Säure wird in Schwefelsäure verwandelt, diese condensirt und nutzbar gemacht. Die Umwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure kann geschehen:

α) durch Stickoxydgas auf gewöhnliche Weise in Bleikammern. Man behandelt auf diese Art die schweflige Säure, welche zu diesem Zweck entweder als Hauptproduct (durch Rösten von Schwefelkiesen) absichtlich erzeugt wird oder als werthvolles Nebenproduct (z. B. beim Rösten der Okerschen Kupfererze, der Zinkblende zu Stolberg und Linz) erfolgt. In letzterem Falle wendet man dann besonders construirte Schachtöfen (S. 410) und Flammöfen (Muffelflammöfen S. 533) an, welche nicht erforderlich gewesen wären, wenn es bloss auf eine Röstung der Erze als Vorbereitung für den Schmelzprozess ankommt.

Obgleich diese Art der Umwandlung der schwefligen Säure ein sehr wirksames Mittel zur Entfernung derselben aus der Atmosphäre auch bei allen andern Röstprozessen darbieten würde, so hat sie doch — ausser dass die dargestellte Schwefelsäure von andern Substanzen, namentlich

1) B. u. h. Ztg. 1852. S. 324.

2) REICH, die bisherigen Versuche zur Beseitigung des schädlichen Einflusses des Hüttenrauches bei den fiskalischen Hüttenwerken zu Freiberg. B. u. h. Ztg. 1858. S. 165.

häufig von Arsen verunreinigt ist und dann noch einer kostspieligen Reinigung bedarf — bei bereits bestehenden Hüttenwerken, auf welchen die Röstung in oft zerstreut liegenden Haufen, Stadeln oder Oefen stattfindet, ihre Schwierigkeiten, indem die Verbindung dieser Röstapparate mit Bleikammern nur umständlich und häufig kaum zu bewerkstelligen sein dürfte. Dagegen lassen sich derartige Anstalten, wenn keine einfacheren genügen, beim Neubau von Hüttenwerken durch passende Wahl und Anordnung der Röstapparate (Schachtöfen oder Muffelöfen) mit Vortheil anwenden (Duisburger Kupferhütte in Westphalen). Müssen Rösthaufen oder Röststadeln angewendet werden, so legt man dieselben reihenweise nebeneinander, bedeckt das Röstgut mit Röstkläre und lässt die gebildete schweflige Säure durch eine durchbrochene Esse in der Mitte in einen unterirdischen gemauerten Canal treten, welcher mit Bleikammern in Verbindung steht.

Zuweilen machen aber gesetzliche Verordnungen bei schon bestehenden Hüttenwerken einen kostspieligen Umbau der vorhandenen Röstvorrichtungen behuf Umwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure erforderlich, und dieses zuweilen auf Kosten des Ausbringens, indem sich der Hauptprozess dann nach dem Nebenprozess der Röstung richten muss.

In neuerer Zeit sind z. B. auf den Freiberger und Mansfelder Hütten Schwefelsäurekammern zur Unschädlichmachung der schwefligen Säure eingerichtet und zweckentsprechende Röstöfen an die Stelle der früheren Röstvorrichtungen für Leche getreten. Nicht immer werden die Anlage- und Unterhaltungskosten für die Schwefelsäurebereitung durch die gewonnene Säure gedeckt. Im Mansfeldschen ist dieses reichlich der Fall.[1])

Ist das schwefligsaure Gas mit anderen Gasarten zu sehr vermengt, so lässt sich dessen Umwandlung in Schwefelsäure nicht mit günstigem Erfolge bewirken.[2])

β) durch Contactwirkung (S. 20), indem man die schweflige Säure mit atmosphärischer Luft durch Contact-

1) Bgwfd. XXII. N. 49. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 501.
2) Karst. Arch. 1 R. XIII, 182.

substanzen (Kieselsteine, Bimstein, Cokes) in vertikalen Cylindern (PETRIE's[1]) und SCHNEIDER's[2]) Verfahren der Schwefelsäurebereitung) oder in langen erhitzten Canälen (HUNT's[3]) Methode der Schwefelsäuredarstellung) leitet. PLATTNER[4]) hat Anweisung zur Anwendung dieses Princips bei den Wellnerschen Röststadeln (S. 384) gegeben, und es sind Versuche mit Rohstein danach ausgeführt. Die heisse schweflige Säure tritt dabei aus dem mit Röstkläre bedeckten Haufen durch eine an den Seiten der durchbrochenen Esse angebrachte Wand von Quarzbruchstücken in die Esse, und durch diese in einen unterirdischen, mit dem Hauptschornstein in Verbindung stehenden Canal. Die Versuche führten zu keinem günstigen Ergebniss.

Anwendung von Kalk.

b) Die schweflige Säure wird von Kalk absorbirt. VIVIAN's[5]) Versuche, die Gase durch eine Verdichtungskammer bei einem Regen von dünnem Kalkbrei oder Kalkwasser zu leiten, liessen nicht die gehoffte Wirkung erreichen und waren kostspielig. Ebenso erfolglos waren Versuche[6]), die Dämpfe über rothglühenden Kalk zu führen, wobei sich neben Schwefelcalcium etwas Gyps bildet; der erforderliche Zug der Röstflammöfen wird dabei gehemmt.

Anwendung von Schwefelwasserstoff.

c) Die schweflige Säure wird durch Schwefelwasserstoffgas[7]) unter Bildung von Schwefel und Wasser zerlegt; wirksamer ist Schwefelwasserstoffwasser und noch wirksamer eine Schwefelbaryumlösung, in welcher sich unter Bildung von schwefelsaurem Baryt Schwefel absetzt. Derartige Vorrichtungen erfordern, namentlich wenn man mit Flüssigkeiten operirt, umfangreiche Anlagen zur Aufstellung der Apparate und das Schwefelbaryum ist zu kostspielig.

Anwendung glühender Kohlen.

d) Die schweflige Säure wird durch glühende Kohlen unter Abscheidung von Schwefel geleitet.

---

1) Polyt. Centr. 1855. S. 551.
2) DINGL. CVI, 395; CIX, 354; CXII, 281; CXIII, 128.
3) Polyt. Centr. 1855. S. 40.
4) PLATTNER, Röstprozesse. S. 336.
5) KARST. Arch. 1 R. XIII, 181.
6) REICH c. l.
7) REICH c. l.

Wie VIVIAN's und REICH's Versuche dargethan haben, ist dieses Mittel wenig wirksam, der Zug der Oefen leidet, der entwickelte Schwefel lässt sich nur schwierig condensiren und der Kohlenverbrauch ist nicht unbedeutend.

Wirksamste Mittel.

Von den angegebenen Vorrichtungen zur Entfernung der schwefligen Säure und der Schwefelsäure sind die wirksamsten Schwefelsäurekammern in Verbindung mit langen Canälen und hohen Essen, durch welche letzteren die uncondensirten Dämpfe in so hohe Schichten der Atmosphäre verbreitet werden, dass sie bei Erreichung der Erde bis zur Unschädlichkeit verdünnt sind.

§. 84. Condensationsvorrichtungen für Dämpfe.

Bestandtheile der Dämpfe.

In Begleitung gasförmiger Substanzen entwickeln sich hauptsächlich bei Röstprozessen in Haufen, Stadeln und Flammöfen, bei Schmelzprozessen in Flammöfen, bei Destillationsprozessen etc. dampfförmige einfache (Schwefel, Arsen, Quecksilber, Zink) und zusammengesetzte Substanzen, und zwar entweder Schwefelmetalle (Schwefelblei, Schwefelantimon, Schwefelquecksilber), Chlormetalle beim Rösten mit Kochsalz (Chlorverbindungen des Antimons, Arsens, Zinks, Bleies, Wismuths, Kupfers, Eisens, Silbers, Nickels, Kobalts etc.), Metalloxyde (Antimonoxyd, Arsenoxyd, Bleioxyd, Silberoxyd etc.), Säuren (Schwefelsäure, arsenige und selenige Säure, antimonige Säure, Molybdänsäure etc.) u. a.

Beim Zusammentreffen mit der atmosphärischen Luft können sich die verflüchtigten Substanzen zum Theil oxydiren; so gehen z. B. Schwefelblei in schwefelsaures und kohlensaures Bleioxyd, Schwefelantimon in antimonige und schweflige Säure, Schwefelquecksilber in schweflige Säure und Quecksilber, Schwefel und Arsen in schweflige und arsenige Säure, Zink in Zinkoxyd über. Auch durch blosse Abkühlung können sich verflüchtigte Körper zersetzen (Silberoxyd in Silber und Sauerstoff S. 89) oder einen eigenthümlichen Aggregatzustand annehmen (Bildung von Zinkstaub und Quecksilberstupp).

Condensirbarkeit.

Im Allgemeinen lassen sich die dampfförmigen Körper leichter condensiren, als die gasförmigen, und die Vorrichtungen hierzu sind verschieden, je nachdem die verflüchtigten und in den festen oder flüssigen Aggregatzustand überge-

führten Substanzen das Hauptproduct (Schwefel, Arsen, Quecksilber, Zink) oder ein unerwünschtes Nebenproduct des betreffenden Hüttenprozesses sind.

Von der Flüchtigkeit des Bleies, Silbers, Goldes und Kupfers war S. 89 die Rede.

A. Die Dämpfe sind das absichtlich erzeugte Hauptproduct des Hüttenprozesses.

Sublimations- und Destillationsprozesse. Röstprozesse.

Hierher gehören z. B. die Sublimations- und Destillationsprozesse zur Gewinnung von Zink, Arsen, arseniger Säure und Schwefel, sowie manche Röstprozesse zur Gewinnung von Quecksilber und Schwefel, welche in Haufen, Stadeln, Schachtöfen oder Flammöfen ausgeführt werden.

Rösthaufen mit Condensatoren.

1) Condensationsvorrichtungen bei Rösthaufen. Als Beispiel hierfür gilt die Condensation der beim Rösten kiesiger Erze gebildeten Schwefeldämpfe in auf der Oberfläche des Rösthaufens angebrachten Löchern, z. B. am Unterharze, zu Fahlun und zu Agordo (S. 372, 375).

Stadeln mit Condensatoren.

2) Condensationsvorrichtungen an Röststadeln. a) Schwefelgewinnung beim Rösten kiesiger Erze (S. 386, 388).

b) Quecksilbergewinnung beim Rösten quecksilberhaltiger Fahlerze in Ungarn (S 387).

Schachtöfen mit Condensatoren.

3) Condensationsvorrichtungen an Schachtöfen. a) Quecksilbergewinnung zu Idria[1]) aus reicheren und gröberen Zinnobererzen im Hähner Ofen (Taf. XIII. Fig. 327, 328). *a* Röstschachtofen mit kreisrundem Querschnitt mit dem Aufgebetrichter *b* und dem Roste *c*, letzterer aus starken, in etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung neben einander liegenden beweglichen Eisenstäben zusammengesetzt. Der Schacht besteht aus Rauhgemäuer und Kernschacht, und in ersterem befinden sich Canäle zur Ableitung der Feuchtigkeit. *d* Schienenbahn zur Aufnahme von Kästen, in welche das abgeröstete Erz durch theilweises Herausziehen der Roststäbe gelangt. *e* Register. *f* Communicationscanal. *g* sechs Condensationskammern, oben mit gusseisernen Platten oder Eisen-

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 357.

blech *i* bedeckt, auf welche fortwährend kaltes Wasser fliesst. Die Wände der Kammern sind von gebrannten Ziegeln aufgemauert und mit einem aus Kalk und Sand bestehenden Mörtel überzogen. *h* Esse in drei Absätzen, in welchen übereinander abwechselnd Tropfdächer liegen, auf welche kaltes Wasser geleitet wird. *k* Communicationsöffnungen. *l* Boden, zu unterst aus einer aufgestampften Lehmsohle, darauf aus einer gemauerten Lage und zu oberst wieder aus einer Lehmsohle bestehend. Der Lehm wird feucht aufgetragen und von Zeit zu Zeit bis zum vollständigen Trockenwerden geschlagen. Der Boden ist von den Wänden nach der Mitte zu geneigt und hat hier eine Rinne, in welcher das condensirte Quecksilber in Canälen nach einem gemeinschaftlichen Reservoir fliesst.

Erz und Brennmaterial werden in abwechselnden Schichten eingetragen, und das beim Rösten des Zinnobers (S. 24) entwickelte Quecksilber condensirt sich in den Kammern.

b) Quecksilbergewinnung zu Almaden in Spanien (Taf. XIII. Fig. 329). *a* Feuerungsraum. *b* durchbrochenes Gewölbe, auf welchem das Erz lagert. *c* Erzraum. *d* Thongefässe (Aludeln), in welchen sich das Quecksilber theilweise condensirt; der nicht condensirte Theil tritt in die Kammern *e*. *f* Röhren zur Ableitung des condensirten Quecksilbers. *g* Schlot. *h* Hülfsschlot.

4) Condensationsvorrichtungen an Flammöfen.

Flammöfen mit Condensatoren.

a) Quecksilbergewinnung zu Idria[1]) aus armem Zinnobererzklein im Alberti'schen Flammofen (Taf. XIII. Fig. 330—332). *a* Flammofenherd zur Aufnahme des Erzes in 3 Abtheilungen. *b* Fülltrichter, welcher mittelst eines eisernen, durch eine Hebelvorrichtung *x* beweglichen Schiebers geschlossen werden kann. *c* Brandgasse zwischen Herd und Feuerbrücke zur Aufnahme des abgerösteten Erzes aus der ersten Abtheilung. *d* gemauerte Vorkammern. *e* hölzerne Gerinne, mit Wasser gefüllt und mit Löchern versehen, in welche nicht vollkommen schliessende spitze Pflöcke einge-

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 357.

steckt sind, so dass Wasser fortwährend auströpfelt. *f* untere gusseiserne Condensationsröhren für die Quecksilberdämpfe, welche erstere durch das tröpfelnde Wasser abgekühlt werden. Je zwei Röhren führen die nicht condensirten Dämpfe in zwei untere Kammern *g* und zwei obere *g'*, aus welchen lezteren die Gase und Dämpfe durch die Röhren *h* in die Kammern *d'* und von da in den Kamin *k* treten, welcher durch zwei senkrecht aufgeführte 6zöllige Ziegelwände *i* in drei Abtheilungen getheilt ist. Endlich entweicht das nicht Condensirte (Verbrennungsproducte und schweflige Säure) bei *l* in die Atmosphäre. *m* Arbeitsthür, über derselben eine kleine Esse. *n* Gefässe zur Aufnahme des Quecksilbers, welches sich meist in den Röhren *f* verdichtet.

b) Gewinnung von arseniger Säure im Gasröstofen zu Ribas in Spanien[1]) (Taf. XIII. Fig. 333). *a* Gasgenerator (S. 337). *b* Rost. *c* Aschenfall. *d* Canäle zum Eintritt kalter Luft, welche im erhitzten Zustande bei *e* über die Feuerbrücke *f* tritt und die Gase verbrennt. *g* Spählöcher. *h* verschliessbare Oeffnung zum Eintragen des Brennmaterials. *i* Esse, während des Chargirens geöffnet, sonst durch einen Schieber *k* verschlossen. *l* Canal zur Ableitung der arsenigen Säure und der verbrannten Gase, während des Chargirens geschlossen. *m* Oeffnung zum Chargiren. *n* Arbeitsthür.

Allgemeines über Giftfänge.

Die zur Verdichtung der arsenigen Säure angewandten Condensationsvorrichtungen (Giftfänge) bestehen entweder aus Giftthürmen mit mehreren über einander liegenden Kammern (Taf. XII. Fig. 290), oder aus langen Canälen, welche in Kammern münden (Taf. X. Fig. 239, 240).

Während KARSTEN[2]) den Giftthürmen das Wort redet, so zieht LAMPADIUS[3]) langgezogene Condensatoren vor, indem in denselben eine vollständigere Abkühlung stattfindet, als in Thürmen, wenn der Rauch gleiche Längen zu durchlaufen hat. Bei ersteren erhitzen die äusseren Kammern die mittleren, die unteren die oberen und wegen der Höhe

1) B. u. h. Ztg. 1853. S. 767.
2) KARST. Metallurgie. IV, 589.
3) B. u. h. Ztg. 1853. S. 770.

der Thürme wird der Luftzug vermehrt, was ein Fortführen von Rauchtheilen zur Folge hat. Auch lassen sich Giftthürme schwieriger ausräumen, bedürfen aber weniger Raum. Am wirksamsten sind horizontale Giftfänge mit Wassercondensation, wo dann aber die arsenige Säure nicht nutzbar wird.

Beim Rösten der Zinnerze in Sachsen erhält man als werthvolles Nebenproduct arsenige Säure (S. 516).

5) Condensationsvorrichtungen an Gefässöfen.

Gefässöfen Condensiren.

a) Zinkgewinnung nach schlesischem, belgischem und englischem Verfahren (Taf. XIII. Fig. 319—326, S. 539).

b) Frühere Quecksilbergewinnung im Zweibrückschen (Taf. XII. Fig. 318, S. 540).

c) Darstellung und Raffination von arseniger Säure (Taf. XII. Fig. 286—290, 304—307, S. 535), von Schwefelarsen (Taf. XII. Fig. 308—310, S. 538) und von metallischem Arsen (Fliegenstein).

B. Die Dämpfe erzeugen sich als unerwünschte Nebenproducte.

Bestandth der Däm

Meist treten solche Dämpfe in Begleitung von Gasen und Flugstaub bei Röst- und Schmelzprozessen in Flammöfen hervor und enthalten dann werthvolle Metalle (Gold, Silber, Blei, Kupfer etc.), zu deren Wiedergewinnung man sie möglichst zu condensiren sucht und dabei entweder mit auf Entfernung der gasförmigen Producte (schweflige Säure, Salzsäure) Rücksicht nimmt oder nicht.

Condens tionsvorr tungen

Zur Condensation der Dämpfe, besonders der bei Silber-, Blei- und Kupferhüttenprozessen sich entwickelnden, sind in Anwendung:

Flugstau kammer

1) Flugstaubkammern, durch Scheidewände in mehrere communicirende Abtheilungen getheilte gemauerte Räume neben oder über den Flammöfen. Dieselben kommen zur Anwendung, wenn es nur auf die Verdichtung der Metalldämpfe und nicht auf die der gasförmigen Substanzen ankommt, welche dabei grösstentheils in die Atmosphäre entweichen. Allein auch die metallischen Dämpfe condensiren sich in Flugstaubkammern nicht vollständig, wie die Metallverluste bei Röst- und Schmelzprozessen in Flammöfen mit solchen

Condensatoren beweisen. Es erfolgt in den Kammern die Fortbewegung der Dämpfe mit zu grosser Geschwindigkeit und es werden um so mehr Dämpfe in die Atmosphäre geführt, je heisser dieselben und je kleiner die Kammern. Aus diesem Grunde geben Flugstaubkammern an Treiböfen nur eine geringe Ausbeute. So erhielt man zur St. Andreasberger Silberhütte[1]) in Rauchkammern über dem Blechloche eines Treibofens jährlich nur 10—15 Centn. Rauch mit 1 Loth Silber im Ctr., 66% Blei und 2—3% Arsen. Derselbe wurde als weisse Malerfarbe benutzt oder verhüttet, wird jetzt aber überall nicht mehr aufgefangen, weil die Lage der Kammern die Beobachtung des Treibprozesses erschwert.

Auf Altaischen Hütten[2]) entwich bei angebrachten Flugstaubkammern der Treibrauch nicht vollständig in die Esse, sondern drang in die Stirn der Glättgasse und in den Windofen ein, wodurch die Arbeiter stark afficirt wurden. Aehnliche Resultate erhielt man auf den Freiberger Hütten.[3])

Trotz der unvollkommnen Wirkung der Flugstaubkammern wendet man sie ihrer Einfachheit wegen nicht selten bei Röstflammöfen an, z. B. bei Bleierzröstöfen in Freiberg (Taf. X. Fig. 224, 238), bei den Mansfelder Doppelöfen (Taf. X. Fig. 243) u. a. Liegen dieselben neben dem Ofen, so nehmen sie zwar mehr Platz ein, haben aber keinen so rapiden Zug, als über den Oefen gelegene Kammern. Zuweilen sind auch Flammen-Schmelzöfen mit Flugstaubkammern versehen, z. B. der Schmöllnitzer Spleissofen (Taf. XI. Fig. 280—281).

Die Unvollkommenheiten der Flugstaubkammern hat man durch die nachstehenden Einrichtungen zu beseitigen gesucht.

Unterirdische Canäle.

2) Langgezogene unterirdische Canäle in Verbindung mit hohen Essen. Derartige Vorrichtungen sind zuerst auf englischen Kupfer- und Bleihütten (z. B. schon 1820 von Vivian S. 545) mit Vortheil angewandt.

---

1) Kerl, Oberharzer Hüttenprozesse. 1860. S. 465.
2) Bgwfd. XVI, 503.
3) Lampad., Handb. d. allgem. Hüttenkde. II. Thl. 2. Bd. p. 235. 1827.

Gewöhnlich lässt man, wie z. B. auf dem Bleihüttenwerke bei Holywell[1]) in Nordwales, die mit den Oefen in Verbindung stehenden Canäle von etwa 18 Zoll Q. in einen gemeinschaftlichen langen unterirdischen Canal münden, welcher 60 und 30 Zoll innere Weite hat und durch einen in der Mitte seiner Längenausdehnung angebrachten kurzen Canal mit einer runden Kammer von 15 Fuss Durchmesser in Verbindung steht. Aus dieser tritt der Rauch an der entgegengesetzten Seite durch einen kurzen Canal von 7 und 5 Fuss innerer Weite in einen längeren Canal, welcher mit der auf einer Anhöhe erbauten Esse einen niedrigen Schachtofen verbindet und 6 und 3 Fuss Weite hat. Die etwa 100 Fuss hohe Esse ist unten 30, oben 12 Fuss weit. Das Fundament der Esse liegt 62 Fuss höher, als die Hüttensohle.

Wo die Localverhältnisse es gestatten, legt man den gemeinschaftlichen unterirdischen Canal einem Gebirgsabhange entlang, um mit demselben selbst einen Höhenunterschied zu erzielen. Dadurch spart man entweder an der eigentlichen Essenhöhe oder kann vermöge der erzielten grösseren Höhenunterschiede den Canal um so länger fortführen, ohne dass der Zug für die Oefen gestört wird. So führt z. B. auf der Kupferhütte zu Ewm Avon[2]) in Südwales ein gemeinschaftlicher Canal von 144 Quadrat-Fuss Querschnitt bis auf den Rücken eines Berges an $3\frac{1}{2}$ Tausend Fuss weit fort, bringt dabei 1175 Fuss senkrechte Höhe ein und mündet noch in eine 42 Fuss hohe Esse.

Auf der grossen Bleihütte zu Allenhead in Nordengland soll die Gesammtlänge der gemeinschaftlichen Canäle und Essen, bei einer Grösse von 8 und 6 Fuss innerer Weite, über $8\frac{1}{2}$ englische oder nahe 2 deutsche Meilen betragen.

Auf einer englischen Bleihütte[3]) kam der laufende Fuss Canal auf 1 Thlr., die Esse auf 800 Thlr. Der Canal war 3 engl. Meilen lang und nach 9 Monaten bis 2 Fuss hoch mit Rauch bedeckt. Derselbe enthielt 32—35 % Blei

1) Bgwfd. XVI, 357.
2) Leoben. Jahrb. 1852. S. 151.
3) Berggeist. 1856. S. 55.

und war um so reicher, je näher er sich dem Ofen fand. Die Kosten einer solchen Vorrichtung würden sich in etwa 4 Jahren mit Zinsen durch das gewonnene Blei bezahlt machen.

Auch auf deutschen und französischen[1]) Kupfer- und Bleihütten hat man in neuerer Zeit mehrfache derartige Condensatoren angelegt. So hat z. B. eine Bleihütte bei Commern einen Condensationsraum, dann einen 800 Fuss langen Canal von 15 Quadratfuss Querschnitt und eine 70 Fuss hohe Esse an dessen Ende.

Wirksamkeit dieser Condensatoren.

Sind gleich derartige Vorrichtungen wirksamer als die Flugstaubkammern, so lässt sich doch der beabsichtigte Zweck auf diesem kostspieligeren Wege nicht völlig erreichen, weil zur Hervorbringung des erforderlichen Zuges für die Oefen am Ende der Esse immer noch eine gewisse Temperatur herrschen muss, bei welcher uncondensirte Dämpfe entweichen. Die Canäle sind auf grössere Länge schwierig luftdicht zu erhalten, in Folge dessen der Zug gestört wird und Dämpfe entweichen; auch will man bemerkt haben, dass die am Ende gemeinschaftlicher Essen entweichenden Dämpfe concentrirter sind, als früher[2]) bei vielen einzelnen Essen. Man ist deshalb auf manchen Werken von den gemeinschaftlichen Essen wieder abgekommen und hat sich folgender Modificationen dieses Verfahrens zur vollkommneren Erreichung des Zweckes bedient:

Regenkammern.

a) Condensatoren mit Regenkammern. Man verbindet mit dem unterirdischen Canal, bevor er in die Esse mündet, Kammern, von deren Decke Wasser in feinen dichten Strahlen herabtröpfelt und die Dämpfe condensirt. Solche Vorrichtungen finden sich z. B. auf TAYLOR's Bleihütte zu Mould[3]) in Flintshire, zur Wildberger Metallhütte[4]) etc. DANILOW[5]) empfiehlt einen solchen Apparat für die Altai-

---

1) Hütte zu Biarche: Revue univers. Bd. 3. 2. Lief. 1858. B. u. h. Ztg. 1858. S. 196.
2) Leobener Jahrb. 1852. S. 152.
3) LAMPAD., Fortschr. 1839. S. 87.
4) Berggeist. 1860. Nr. 18.
5) Bgwfd. XVI, 630.

schen Hütten. Dieses Verfahren ist am wirksamsten, wenn der Regen dicht niederfällt. Dadurch leidet aber der Zug der Oefen und man muss Vorrichtungen treffen, denselben zu beleben. Diese können darin bestehen, dass man an die Esse einen Flammofen legt und die Verbrennungsproducte daraus direct in die Esse leitet (Swansea[1]), — oder dass man in der Kammer einen starken Wasserregen periodisch niederfallen lässt, wobei in einer Periode die Temperatur in diesem Raume sehr herabgesetzt und der Zug völlig gehemmt wird, während bei nachlassendem Regen sich Temperatur und Zug in dem luftverdünnten Raum wiederherstellen (WANLOCH's Bleihütte[2]), — oder dass man mittelst eines Exhaustors an der Esse die Gase ansaugt (Stolberg bei Aachen), — oder dass man, ähnlich wie in der Gegend von Newcastle[3]) der Rauch von Steinkohlen gewaschen wird, den Abführungscanal auf- und niedersteigen und auf die niedergehenden Partien Wasserstrahlen fallen lässt, — oder dass Wasserdampfstrahlen zwischen Regenkammer und Esse zugeführt werden. MARKUS[4]) leitet die Dämpfe über einen Wasserspiegel, YOUNG[5]) presst sie mittelst eines Ventilators durch Wasser und STAGGS[6]) saugt sie mittelst einer Luftpumpe durch Wasser. Auch wird das Wasser wohl mittelst einer archimedischen Schnecke continuirlich in die Höhe geworfen und im Herabfallen vielfach vertheilt.[7])

Auf Walker-Parkes-Deebank-Leadworks[8]) gelangt der Rauch aus allen Bleiöfen in einen horizontalen Canal und durch denselben in eine durch Scheidewände in mehrere Abtheilungen getheilte Regenkammer. Die Scheidewände haben abwechselnd oben und unten Oeffnungen zum Durchgang des Rauches; die unteren Oeffnungen stehen ganz unter Wasser, welches sich noch 0,025 Meter über

1) KARST. Arch. 1 R. XIII. S. 177.
2) Leoben. Jahrb. 1852. S. 152. B. u. h. Ztg. 1852. S 370.
3) Oesterr. Zeitschr. 1855. S. 342. DINGL. Bd. 137. S. 81.
4) Oesterr. Zeitschr. 1854. No. 33.
5) DINGL. Bd. 112. S. 206. Bgwfd. XVI, 358.
6) Bgwfd. VIII, 175.
7) Bgwfd. X, 192.
8) RIVOT, Métallurg. du Plomb et de l'Argent. Paris 1860. p. 325.

dieselben erhebt. Mittelst 3 von einer 75pferdigen Dampfmaschine getriebener hölzerner Gebläsecylinder von 2,50 M. Durchmesser werden bei 2,20 Meter Kolbenhub und 9 Wechseln pro Min. an 200 Cubikmeter Gase etc. pro Min. durch die Regenkammer gesogen und in einen Canal ausgeblasen, welcher mit einer hohen Esse in Verbindung steht. Der in der Kammer condensirte und abgesetzte Bleirauch fliesst als Schlamm durch eine Röhre in ein grosses Bassin und setzt sich hier ab. Die Condensation ist eine sehr vollkommene, weil der Rauch durchs Wasser hindurchgesogen wird; es ist aber dazu ein kräftiges Gebläse erforderlich.

Canäle mit feuchten Contactsubstanzen.

b) Condensatoren, mit feuchten Substanzen angefüllt. In dem Rauchableitungscanal befinden sich Bruchstücke von Cokes (Llanelly-copper-works[1]), von Steinen und Ziegeln (Pantherhütte[2]) zu Bristol), Heidekraut etc. (Vorrichtungen von STOKOES[3]), welche durch herabtröpfelndes Wasser feucht erhalten werden. Der hierbei gestörte Zug muss durch Ventilatoren oder durch Erwärmung der Esse wieder hergestellt werden. NEVILL[4]) bringt bei Flammöfen über dem Roste Düsen an und treibt die Dämpfe vor dem Eintritt in die Esse in Kammern mit feuchten Cokes.

STOKOES' Condensator, welcher sich auch bei Schachtöfen anbringen lässt, hat nachstehende Einrichtung (Taf. XIII. Fig. 336): ein Ventilator *a* saugt den Rauch aus dem zum Ofen führenden Raume *b* an und treibt denselben in den Kasten *cc*, welcher durch eine Siebplatte *dd* in zwei ungleiche Theile getheilt ist und ausserdem mehrere vertikale Scheidewände enthält. Diese berühren abwechselnd die Decke des Apparates und endigen an der Siebplatte, oder bleiben von der Decke entfernt und steigen dafür unter die Siebplatte so weit hinab, dass sie in das Wasser eintauchen, welches unten im Kasten bis zur Linie *ff* steht. Die obere Abtheilung ist zum grössten Theile mit Kies, Sand, Holzspänen etc. gefüllt. Die Decke des Apparats ist durchlöchert und auf ihr ruht ein flacher, durch Stege in Abthei-

1) B. u. h. Ztg. 1852. S. 324.
2) Leoben. Jahrb. 1852. S. 154.
3) Bgwfd. XI, 290. Polyt. Centr. 1846. S. 441.
4) Polyt. Centr. 1856. S. 124.

lungen getheilter Trog *gg*, über welchem ein Wasserrohr *h* hinläuft, aus dem man mittelst Hähnen Wasser tropfenweise ausfliessen lassen und so den Inhalt der Abtheilung feucht erhalten kann. Durch die Röhre *k* entweichen die nicht condensirten Gase in den Kamin *i*.

Regenkammern mit Wasserdampf.

c) Condensatoren mit Regenkammern unter Anwendung von Wasserdampf. Wenn sich sehr heisse und sehr fein zertheilte Metalldämpfe entwickeln, z. B. beim Abtreiben, so entzieht sich bei Anwendung der vorher erwähnten Condensatoren ein grosser Theil der Dämpfe der Verdichtung. Für solche Fälle empfiehlt es sich, die Dämpfe in dem Abführungscanal mit zugeleitetem Wasserdampf zu vermengen und das Gemenge in Regenkammern gelangen zu lassen, wo dann durch das kalte Wasser die Metalldämpfe gleichzeitig mit dem Wasserdampf leichter condensirt werden (Verfahren zu Pontgibaud.[1]) Auch lässt man die mit Wasserdampf vermengten Metalldämpfe wohl durch eine Schicht befeuchteter Cokes hindurchgehen (RICHARDSON's[2]) Methode).

Zu Pontgibaud tritt der Rauch aus dem Bleierzröstofen (Taf. X. Fig. 251—253) zunächst in einen Condensationsraum, von da in einen Canal, welcher mit einem Ventilator und einer hohen Esse in Verbindung steht. In diese Condensationsvorrichtung tritt auch der Rauch von den Schachtöfen und Treiböfen ein. Vor dem Ventilator *a* (Taf. XIII. Fig. 334, 335) wird das durch die Röhre *b* eintretende Gemenge von Wasserdampf und Rauch durch bei *c* einspritzendes Wasser verdichtet. LAMPADIUS[3]) hält Wasser allein für wirksamer, als Wasserdampf.

Anwendung chemischer Mittel.

3) Condensatoren, in welchen chemische Reactionen zur Wirkung kommen. PATERA[4]) hat versucht, den Rauch vom Rösten der Silbererze durch salpetrige Säure

1) RIVOT et ZEPPENFELD, description des gîtes métallifères etc. de Pontgibaud. Paris 1851. p. 142, 143, 185, 207. B. u. h. Ztg. 1851. S. 292.

2) DINGL. Bd. 112. S. 204. Polyt. Centr. 1848. S. 1132. Bgwfd. XVI, 860.

3) LAMPAD., Grundr. d. allgem. Hüttenk. 1827 §. 156.

4) Oesterr. Ztschr. 1854. S. 313.

und Schwefelwasserstoff unter Mitwirkung von Wasserdämpfen zu zersetzen. Die Verdichtung geschah im Kleinen sehr vollständig, und es kommt nur auf Herstellung passender Apparate im Grossen an. PLATTNER[1]) empfiehlt, die Metalldämpfe durch glühende Kohlen (S. 548) zu leiten, wobei zugleich die schweflige Säure für die Vegetation unschädlich gemacht wird.

Zweckmässigkeit sämmtlicher Vorrichtungen.

Die vorstehenden Vorrichtungen lassen, namentlich wenn die Dämpfe sehr heiss sind und sich in reichlicher Menge entwickeln, hinsichtlich der vollständigen Verdichtung derselben, besonders der Chlormetalle, mehr oder weniger zu wünschen übrig, und man ist in der Praxis hauptsächlich bei den einfachern derselben, Flugstaubkammern und langen Canälen mit hohen Essen, meist stehen geblieben. Doch trifft man auch hin und wieder Vorrichtungen mit Regenkammern mit oder ohne Anwendung von Wasserdampf.

Bestandtheile des Flugstaubs.

§. 85. **Condensationsvorrichtungen für Flugstaub.** Der Flugstaub besteht im Wesentlichen aus feinen Erz-, Producten- und Brennmaterialtheilen, welche in Flammöfen durch den Luftstrom oder durch lebhaft aufsteigende Dämpfe mit fortgerissen, aus Schachtöfen aber durch Gebläseluft aus der Ofengicht getrieben werden. Dieser Flugstaub lässt sich leichter auffangen, als Dämpfe und Gase, und man bedient sich dazu hauptsächlich der **Flugstaubkammern**.[2]) Dieselben genügen nicht, wenn es auch auf möglichst vollständige Condensation der Dämpfe und Gase ankommt, und müssen dann Vorrichtungen der früher erwähnten Art angewandt werden, welche gewöhnlich eine sehr vollkommene Präcipitation des Flugstaubs veranlassen, aber kostspieliger sind, als einfache Flugstaubkammern. Die Anwendung der letzteren empfiehlt sich besonders bei metallreicheren Geschicken und bei Einführung von stark gepresster Gebläseluft in die Schachtöfen. Mit dem besten

Flugstaubkammern.

1) PLATTNER, Röstprozesse. S. 350.

2) DANILOW, über den Flugstaub, dessen Auffangungsmethoden und die Angemessenheit der Flugstaubkammern für die Oefen der Altaischen Hüttenwerke. Bgwfd. XVI, 321.

Erfolge sind dieselben z. B. angewandt bei Freiberger (S. 514) und Mansfelder Röstöfen (S. 516), bei den Oberharzer[1]) (S. 442) und Ungarischen[2]) Bleiöfen, auf den Altaischen Hütten[3]), über den Mansfelder, Oberharzer[4]) und Altaischen[5]) Kupfergaarherden, über Altaischen[6]) und Ungarischen Spleissöfen (S. 530), über Kupfererzschmelzöfen am Unterharz[7]) und in Sibirien[8]), über den Altenberger Zinnöfen (S. 439) etc. Von weniger Nutzen erwiesen sich dieselben über sächsischen Schachtöfen[9]), wohl wegen des geringeren Bleigehaltes der Erze und der schwächern Windpressung, als auf den Oberharzer Hütten. Versuche zur Antonshütte[10]) haben sogar das Resultat ergeben, dass durch Flugstaubkammern wegen verstärkten Zuges die Flugstaubbildung vermehrt wird.

Lage der Kammern.

Man legt die Flugstaubkammern gewöhnlich über den betreffenden Ofen und lässt den Rauch mittelst horizontaler (Taf. IX. Fig. 209—211) oder vertikaler Scheidewände oder Zungen (Taf. X. Fig. 243, 244) in einer gebrochenen Linie circuliren. Dabei muss die Weite zwischen den Wänden und Zungen so gross sein, dass der Rauch nicht zu leicht und nicht zu schwer entweicht und der Arbeiter nach dem Ausblasen des Ofens durch eine Thür den Rauch bequem ausräumen kann.

Wirksamer, namentlich für die gleichzeitige Verdichtung der Metalldämpfe, ist es, die Flugstaubkammern neben den Ofen zu legen, weil dann in denselben weniger Zug entsteht. Man bringt auch wohl in geschleiften Essen, z. B. der Bleiflammöfen (Taf. XI. Fig. 262, 264), grössere Kammern mit Scheidewänden an. Durch Einsetzen von Wasser-

1) Bgwfd. XVI, 337, 418, 515. Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 301, 404.
2) Bgwfd. XVI, 346, 417, 515.
3) Bgwfd. XVI, 320, 419, 495.
4) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 288, 519.
5) Bgwfd. XVI, S. 494.
6) Bgwfd. XVI, S. 494, 515.
7) Kerl, Rammelsberger Hüttenprozesse. 1861. S. 19 (Nachtrag).
8) Bgwfd. XVI, 513.
9) Bgwfd. XVI, 343, 417, 515.
10) Freib. Jahrb. 1838. S. 50. Bgwfd. XVI, 325.

gefässen in die Kammern soll durch Dampfbildung die Verdichtung des Flugstaubes befördert werden.[1])

Nach auf den altaischen Hütten[2]) angestellten Versuchen entsprachen in den Essen der Schachtöfen, Treibherde und Extractionsherde angelegte Flugstaubkammern nicht nur nicht dem Zwecke, sondern sie wurden auch dadurch gefährlich, dass wegen Hemmung des Zuges die Esse und der ganze obere Theil des Ofens in Gluth gerieth.

Ausräumen der Kammern.

Das Ausräumen des Flugstaubs darf nicht zu selten geschehen, weil bei zu starker Anhäufung desselben der Zug leidet und der Condensationsraum kleiner wird.

Die mit diesem Ausräumen beschäftigten Arbeiter müssen sich gegen das Einathmen des Staubes durch vor den Mund gebundene Tücher schützen. Bei grossem Arsengehalt des Rauches, welcher dann auch auf entblösste Körpertheile ätzend wirkt (Andreasberger Silberhütte), muss eng anliegende, doppelte Kleidung getragen werden.[3])

Schaalenprobe.

Die Bestimmung der Grösse der Metallverflüchtigung durch den Flugstaub lässt sich nach Markus[4]) durch die sogenannte Schaalenprobe auf die Weise ungefähr ermitteln, dass man eine flache, etwa 100 Q. Z. weite, zur Hälfte mit Wasser gefüllte Porzellanschaale eine gewisse Zeit lang, z. B. 12 Stunden, auf die Stelle in der Flugstaubkammer setzt, wo die Strömung von oben nach unten stattfindet. Sodann wird der Inhalt der Schaale filtrirt, der Rückstand getrocknet und gewogen und aus dem Filtrat durch Schwefelwasserstoff die gelösten Metalle ausgefällt. Beide Niederschläge werden dann auf Blei, Silber oder Kupfer probirt.

Diese Probe gibt unter denselben Umständen gleichmässig dieselbe Menge Flugstaub und somit verlässlich die relative Grösse der Verflüchtigung an, und die Resultate derselben stehen auch in einem gewissen Verhältniss zu der absoluten Verflüchtigung.

---

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 132.
2) Bgwfd. XVI, 518.
3) Brockmann, die metallurg. Krankheiten d. Oberharzes. 1851. S. 60.
4) Erzgeb. Ver.-Zeitg. 1856. No. 8. Oesterr. Ztschr. 1857. No. 1. B. u. h. Ztg. 1857. S. 69.

Von DANILOW [1]) ist ein Verfahren zur qualitativen und quantitativen Analyse des Flugstaubs aus Blei-, Kupfer- und Silberschmelzöfen angegeben.

Zweite Abtheilung.

Apparate zu metallurgisch-chemischen Prozessen auf nassem Wege.

§. 86. Allgemeines. Die hierher gehörigen Apparate von der verschiedensten Einrichtung sind denjenigen mehr oder weniger ähnlich, welche in chemischen Laboratorien zur Anwendung kommen, z. B. Solutions- und Präcipitationsgefässe, Filtrirapparate, Retorten, Trichter etc., nur pflegen sie geräumiger und meistens aus einem weniger kostspieligen Materiale (Holz, Blei, Eisen etc.) hergestellt zu sein.

Einrichtu der Appar

§. 87. Auflösungs- und Fällungsgefässe. Als Beispiele mögen dienen:

1) Der Goldscheidungsapparat zu Oker am Unterharze (Taf. XIII. Fig. 337). *a* eiserner Kessel über der Feuerung *b*. *c* Porzellangefäss zur Aufnahme von güldischem Silber und Schwefelsäure, welches in einem eisernen Gerüste *d* in den Kessel *a* eingehängt wird. *e* Porzellandeckel, welcher auf *c* unter Wasserverschluss steht, mit 2 Oeffnungen, die eine *f* die Arbeitsöffnung und die andere *g* zur Aufnahme eines Porzellanrohres *h* unter Wasserverschluss, durch welches, sowie durch das damit in Verbindung gesetzte Bleirohr *i* die beim Lösen erzeugte schweflige Säure ins Freie entweicht.

Goldsch dungsapp

Zum Ausfällen des aufgelösten Silbers dient eine bleierne Pfanne, in welche unter Erhitzen ihres Inhalts Kupferbleche eingehängt werden. Das Filtriren und Aussüssen des Fällsilbers zur Befreiung desselben von der Kupferlauge geschieht in doppelten Sieben von Kupfer, zwischen welche Leinwand und Filtrirpapier gelegt ist. Das ausgesüsste Silber wird noch gepresst, getrocknet und geschmolzen.

1) Bgwfd. XVI, 625.

AUGUSTIN's Extractions-apparat.

2) AUGUSTIN's Silberextractionsapparat (Taf. XIII. Fig. 338 und 339). *a* Laugfässer, mit einem hölzernen Kreuze auf dem Boden, darüber eine hölzerne durchlöcherte und ziemlich genau in den Bottich eingepasste Scheibe, darüber ein mit Leinwand überzogenes rundes Korbgeflecht und ein rings darum gelegter, einen vollkommenen Abschluss bewirkender Wergzopf, oder auch auf der hölzernen Scheibe gleichförmig ausgebreitetes Birkenreisig oder Stroh und ein mittelst eines scharf anschliessenden und noch mit Werg verstopften Birkenreifens angespannter Leinwandboden. Diese Gefässe stehen auf einer Laugbühne *b* mittelst Rädern auf einer kurzen Eisenbahn und werden, wenn sie zum Einsetzen oder Ausschlagen transportirt werden sollen, mittelst des Wagens *d* auf der Eisenbahn *c* fortbewegt. Ueber den mit Extractionsgut gefüllten Fässern *a* liegt das Lauggerinne *e*, welches aus dem mit gesättigter Kochsalzlösung gefüllten Bassin *f* gespeist wird. Dieses erhält seinen Zufluss aus dem Reservoir *x* und die in ersterem enthaltene Lauge wird durch Dampf gekocht. Letztere gelangt aus der Rinne *e* heiss in die heisseingesetzten Lauggefässe *a* und fliesst, nachdem sie das im Röstgute enthaltene Silber aufgenommen hat, durch Hähne zunächst in das Silbergerinne *g* und von hier in das Vertheilungsbassin *h*. Dieses liegt auf der obersten Etage des terrassenförmig abfallenden Fällsystems und entlässt die Lauge in die 4 Silberfällgefässe *i*, in welchen das Silber durch Cementkupfer niedergeschlagen wird. Das Kupfer befindet sich auf einer Seihevorrichtung von derselben Einrichtung, wie sie die Lauggefässe haben. Die aus *i* austretende Lauge gelangt durch das Sammelgerinne *k* auf 3 andere Silberfällgefässe *l*, aus diesen in die mit Eisen versehenen Kupferfällgefässe *m* und *n* und sammelt sich endlich in dem grossen Kupferfällgefässe *o* an, von wo sie in das Bassin *p* gepumpt wird.

Nach dem Auslaugen werden die Fässer *a* auf dem Wagen *d* vor die Eisenbahn *z* gefahren und mit verschiedenen Flüssigkeiten ausgelaugt. Es befindet sich in dem Bassin *s* reines Wasser, in *r* Lauge vom Aufgusse des reinen Wassers und in *q* Lauge, welche beim Aussüssen mit der Lauge *r* erfolgt. Das Fass *a* wird zunächst mit Lauge

aus *q* ausgesüsst und die dabei resultirende Lauge in das Silbergerinne *g* geleitet. Dann fährt man die einmal ausgesüssten Rückstände unter *r* und sammelt die erfolgende Lauge in einem Bassin *t*, von wo sie in *q* gepumpt wird. Das dritte Aussüssen geschieht mit reinem Wasser aus *s*, die hierbei resultirende Lauge wird im Kasten *u* gesammelt und dann in *r* gepumpt. Das mit den entsalzten Rückständen versehene Fass wird in den Sturzbock *v* geschoben und umgekippt, wobei die Rückstände durch die Oeffnung *tz* auf eine Tafel *w* fallen. Von dieser läuft die Flüssigkeit noch in ein Kupferfällgefäss. *y* ist ein Raum zum Aussüssen und Auswaschen des Fällsilbers.

§. 88. Amalgamirapparate. Beispielsweise mögen hier folgende Apparate aufgeführt werden:

Goldamalgamirmül

1) Goldamalgamirmühle (Taf. XIII. Fig. 340). *a* gusseiserner Mühlbottich, auf dem Mühlstuhle *b* ruhend. *c* hölzerner Läufer mit der vertikalen Stange *d* und der Querstange *e* an der Axe *f* befestigt, welche durch das Rad *g* in Umdrehung versetzt werden kann. Der durch einen Wasserstrom aufgeschwemmte goldhaltige Sand etc. tritt durch das Gerinne *h* und die trichterförmige Oeffnung *i* des Läufers zwischen letzteren und die Wandungen des Mühlbottichs, auf dessen Boden sich eine Schicht Quecksilber befindet. Durch eiserne Kämme *k* am Läufer wird beim Umlaufen desselben der Goldsand mit dem Quecksilber in rotirende Bewegung versetzt. Die theilweise entgoldete Trübe gelangt durch das Gerinne *l* auf eine folgende Mühle.

Silberamgamirapp

2) Freiberger Amalgamirapparat (Taf. XIII. Fig. 341). *a* Amalgamirfass mit einem Hauptspunde und einem gezahnten Reife *b* versehen, in welchen ein auf der Wasserradwelle befestigtes Kammrad *d* eingreift und das Fass in rotirende Bewegung versetzt. *e* Vorrathskasten für das Amalgamirgut. *f* Lutte, an ihrem unteren Ende mit einem beweglichen Zwillichsacke *g* mit blechernem Mundstücke versehen, welches in das Spundloch passt. *h* Wasserkasten, aus welchem mittelst eines Gerinnes *i* Wasser in das Fass gelassen werden kann. *k* Röhrenleitung, zum Quecksilberreservoir führend, aus welcher das Quecksilber mittelst einer

gebogenen Röhre ins Fass geleitet wird. *l* Rinne, durch welche das mittelst einer angewandten Hahnvorrichtung aus dem Spunde des geneigten Fasses abgelassene Silberamalgam in die Hauptrinne *m* und von da in die Amalgamkammer fliesst. *n* Rinne, durch welche die beim Oeffnen des Hauptspundes ausfliessenden Rückstände in einen Waschbottich von der Gestalt eines umgekehrten abgestumpften Kegels gelangen. In diesem Bottiche werden die Rückstände mit Wasser verdünnt und durch einen Rechen in kreisende Bewegung versetzt, wobei sich das Amalgam zu Boden begibt. Damit die Rückstände beim Ablassen aus dem Fasse nicht in den Anquicksaal spritzen, schiebt man einen Vorsetzer *o* ein.

Dritte Abtheilung.

Hülfsapparate.

Zweck der Hülfsapparate.

§. 89. Allgemeines. Bei Ausführung der Hüttenprozesse sind ausser den Oefen noch gewisse Hülfsapparate erforderlich. Dieselbe dienen entweder zur Beförderung der chemischen Action (Gebläse, Zerkleinerungs-, Trennungs- und Mengapparate) oder zur Handhabung, Transportirung und weiteren mechanischen Verarbeitung der erhaltenen Producte (Arbeitsgezäh, Förder- und Streckapparate etc.)

Eine nähere Betrachtung dieser Apparate, namentlich hinsichtlich ihres Effectes, gehört ins Gebiet der Mechanik und Maschinenlehre[1]), und es soll im Nachstehenden hauptsächlich nur von der Einrichtung der wichtigeren hierher gehörigen Apparate die Rede sein.

---

1) Weisbach, Lehrb. d. Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 1860. Bd. 3. S. 1032. Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. I, 63. Gurlt im Berggeist. 1860. S. 605.

Erstes Kapitel.

Von den Gebläsevorrichtungen.

Zweck der Gebläse.

§. 90. Allgemeines. Gebläse[1]) sind Vorrichtungen, mittelst welcher man atmosphärische Luft auffängt, zusammenpresst und behuf Hervorbringung einer kräftigen Oxydation oder einer hohen Temperatur in Oefen eintreten lässt. Der gepresste Luftstrom (Wind) durchdringt das Brennmaterial und es entsteht dadurch, dass in einem kleinen Raume viel brennbare Theile gleichzeitig sich mit dem Sauerstoffe verbinden, bei Anwendung von Gebläseluft leichter eine höhere Temperatur, als durch Zugluft, wobei das Brennmaterial nur mehr oder weniger oberflächlich zur Verbrennung kommt.

Geschichtliches.

Die ältesten Gebläse bestanden aus zusammengefügten rohen Thierhäuten (Blasbälgen) mit einer Oeffnung zum Einsaugen und einer zweiten zum Ausblasen der Luft. Später verband man zwei steife Flächen seitwärts mit gegerbten Fellen und erhielt so die gewöhnlichen, noch jetzt gebräuchlichen Blasbälge. Gegen das Ende des 16. Jahrhunderts that man das kostspielige und wandelbare Leder ganz weg und liess entweder eine, an dem einen Ende drehbare hölzerne Fläche in einem hölzernen festen Kasten (Widholmsgebläse), oder einen an einem Ende drehbaren hölzernen Kasten in einem solchen feststehenden (Spitzbalg) sich bewegen. Im 18. Jahrhunderte gab man den Kästen eine prismatische oder cylindrische Gestalt und liess eine davon ganz unabhängige Fläche (Kolben) darin auf-

---

1) Karsten, Metall. III, 167. Karsten, Eisenhüttenkde. Le Blanc u. Walter's Eisenhüttenkde., deutsch v. Hartmann. 1839. I, 129; 1848. III, 275. Scheerer, Met. I, 406. Plattner's Vorlesungen, herausgegeben v. Richter. 1, 226. Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. I, 165. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 1. — Peclet, über die Wärme, deutsch von Hartmann. 1860. I, 205. Jullien, Handb. d. Eisenhüttenkde., deutsch v. Hartmann. 1861. — Literatur über Gebläse in Schubarth's Repertorium d. techn. Liter. 1856. S. 364.

und niedergehen, wo dann durch mit Ventilen oder Schiebern versehene Oeffnungen die Luft abwechselnd eingesogen, comprimirt und ausgepresst wurde (Kasten- und Cylindergebläse). Von den sogenannten Wassergebläsen sind manche älteren Ursprungs (Glocken-, Tonnen-, Wassertrommel-Gebläse), manche erst in neuerer Zeit erfunden (Kettengebläse, Cagniardelle). Die Ventilatoren sind 1741 von dem Engländer HALES erfunden.

Vorrichtungen mit den Gebläsen in Verbindung.

Mit den eigentlichen Gebläsemaschinen stehen in Verbindung und müssen in diesem Kapitel näher betrachtet werden [1]):

1) Die Regulatoren, Vorrichtungen zur Umwandlung des aus manchen Gebläsen stossweise entlassenen Windstroms in einen continuirlich gleichmässigen.[2])

2). Die Windleitungsröhren und Düsen. Man legt zwar, wo es irgend geht, die Gebläse dem Ofen so nahe als möglich, muss jedoch häufig, wenn die Localität zwingt oder mehrere Oefen von einem Gebläse gespeist werden sollen, damit in grössere Entfernung von den Oefen gehen. Man bedarf dann mehr oder weniger langer Röhren, Lutten oder Canäle (Windleitungsröhren), um den Wind an bestimmten Stellen aus der Düse in den Ofen treten zu lassen. Zur besseren Conservirung des Gebläses empfiehlt es sich häufig, dasselbe ausserhalb des staubigen und zerstörend einwirkende Gasarten (z. B. schweflige Säure) enthaltenden Hüttenraumes in einer besonderen Kammer aufzustellen.

Zuweilen passirt der Wind vorher

3) Lufterhitzungsapparate, ehe derselbe zur Ausströmung gelangt.

4) Vorrichtungen zur Bestimmung der Windmengen, welche in einer gewissen Zeit in den Ofen gelangen.

---

1) MAYRHOFER, allgem. Regeln, welche bei der Construct. d. Cylindergebläse, Windleitungen, Windregulatoren und Lufterhitzungsapparate zu beobachten sind: KRAUS, Jahrb. 1852.

2) BORNSCHEIN's Gebläse mit constanter Windpressung ohne Regulator. B. u. h. Ztg. 1847. S. 506.

A. Das Gebläse.

§. 91. Allgemeines. Die Gebläse werden eingetheilt entweder nach der Art des Materials, woraus ihre Hauptheile bestehen, in lederne, hölzerne, eiserne und hydraulische, oder nach ihrer Construction, der Gestalt und der Beschaffenheit des unmittelbaren Motors in Balgen-, Kolben-, Ventilator- und Wassergebläse. Bei letzteren wird entweder die Luft vom Wasser zusammengepresst und bewegt, oder das Wasser dient nur als Liederungsmittel (Liedern, lidern, verderbt aus ledern, mit Leder versehen). Unter Kolbengebläsen begreift man gewöhnlich nur die Kasten- und Cylindergebläse, während eigentlich auch die Balggebläse, bei denen der bewegliche Theil kolbenartig wirkt, sowie einige hydraulische Gebläse hierher gehören, deren Kolben entweder ganz oder doch dessen luftdichter Abschluss (Liederung) aus Wasser besteht und unbeweglich ist, während der hohle Raum bewegt wird (Tonnengebläse). Am entsprechendsten klassificirt man die Gebläse auf folgende Art:

Eintheilung der Gebläse.

I. Gebläse, wobei Zusammendrückung und unmittelbare Bewegung der Luft allein durch Wasser erfolgt (Wassertrommel- und Wassersäulengebläse).

II. Gebläse, bei welchen beides durch Flächen fester Körper bewirkt wird.

1. Gebläse mit progressiver Bewegung der Flächen.
   a. Keine Liederung (lederne Bälge).
   b. Trockne Liederung (hölzerne Balg-, Kasten-, Cylindergebläse).
   c. Nasse Liederung (Ketten-, Schrauben-, Tonnen-, Glockengebläse).
2. Gebläse mit stetiger Kreisbewegung fester Flächen (Ventilator).

Nach der Art der Umtriebskraft unterscheidet man Hand-, Tritt-, Wasserrad-, Turbinen-, Dampfgebläse etc.

Wie bereits angeführt, ist der Bewegungsmechanismus an den Gebläsen entweder ein solcher, dass ein continuirlicher, gleichmässiger Luftstrom erfolgt (Cagniardelle, Ketten-, Wassertrommel-, Ventilatorgebläse), oder es wird ein ungleich-

mässiger, periodischer Luftstrom erzeugt (Balg-, Tonnen-, Glocken-, Kasten-, Cylindergebläse), welcher zur Umwandlung in einen gleichmässigen Strom entweder der Verbindung mehrerer Gebläse (Kuppelung) oder besonderer Vorrichtungen (Regulatoren) bedarf.

Erfordernisse eines guten Gebläses.

Ein Gebläse ist um so vollkommner, je mehr stark comprimirten Wind dasselbe bei grosser Dauerhaftigkeit und Dichtheit, bei einer möglichst geringen und dabei gleichmässig vertheilten Reibung und bei dem kleinsten schädlichen Raume liefert. Man versteht unter letzterem den hohlen Raum, welcher beim Kolbenspiel noch nicht vollständig ausgepresst ist, wenn bereits durch die rückgängige Bewegung eine neue Menge atmosphärischer Luft eingesogen wird.

Kraft- und Windeffect.

Die Wirkung eines Gebläses beurtheilt man nach seinem Kraft- und Windeffect. Den Krafteffect[1]) drückt man durch einen Bruch aus, welcher zum Nenner die zum Betriebe dienende Kraft (Kraftmoment) und den von dieser Kraft zur Verdichtung und Auspressung der Luft benutzten Theil zum Zähler hat (Lastmoment). Bei einem Wasserradgebläse ergibt sich z. B. das Kraftmoment an dem Wasserrade, wenn man die Menge Aufschlagewasser in Cubikfuss in der Secunde mit dem Gewichte von 1 Cubikfuss Wasser und der Gefällhöhe in Fussen multiplicirt, dagegen das Lastmoment aus dem Producte der pr. Secunde ausgeblasenen Luftmenge in Pfunden und der Manometerhöhe in Fussen.

Nach TUNNER gibt ein Wassertonnengebläse bei oberschlächtigem Wasserrade 65 %, gute Cylindergebläse mit guten oberschlächtigen Wasserrädern geben 50—60, höchstens 63 %, gute Kastengebläse mit Graphitirung bei oberschlächtigen Rädern 35—40 %, bei Leistenliederung 20—30 %, hölzerne Spitzbälge mit solchen Wasserrädern 12—15 %, dieselben mit unterschlächtigen Rädern 5 %; Wassertrommelgebläse 7—9 %; RITTINGER's Hochdruckventilator

1) WEISBACH, Ingen.- u. Masch.-Mechan. 1861. Bd. 3. S. 1032. TUNNER, c. l. III, 250. KERL, Oberharzer Hüttenproz. 1860. S. 344. RITTINGER's Centrifugal-Ventilatoren. 1858. S. 32, 66. REDTENBACHER, Resultate für den Maschinenbau. 1856. S. 346.

mit ober- und unterschlächtigem Wasserrade resp. 19 und 12% Nutzeffect. Die Cagniardelle besitzt den grössten Krafteffect = 1.

Der Windeffect eines Gebläses ergibt sich aus dem Verhältnisse der eingesogenen Luft als Nenner zu dem der ausgepressten Luft als Zähler. Die Cagniardelle hat wiederum den grössten Windeffect = 1. Von der Ermittlung des Windeffectes wird im §. 105 weiter die Rede sein. Auf denselben hat unter Anderem die Länge der Windleitungsröhren einen Einfluss.

Zur Vermeidung langer Windleitungsröhren, welche wegen Reibung und bei Undichtheit an den Verbindungsstellen Windverluste veranlassen, legt man die Gebläse den Oefen möglichst nahe oder, müssen mehrere der letzteren durch ein Gebläse mit Wind versehen werden, in deren Mitte, wenn es die Localität gestattet.

Auswahl der Gebläse.

Die Auswahl eines Gebläses für einen bestimmten Zweck hängt ab von den disponibeln Geldmitteln (die billigsten Gebläse sind die Leder- und Holzbälge, das Wassertrommel-, Glocken-, Tonnen- und Ventilatorgebläse, auch wohl die einfachen Kastengebläse), von den vorhandenen Materialien und mechanischen Hülfsmitteln (Wassertrommeln, Glockengebläse und lederne Bälge sind die einfachsten Vorrichtungen, erstere erfordern jedoch ein hohes Gefälle und viel Wasser), von der vorhandenen Betriebskraft (bei hinreichender Betriebskraft empfehlen sich Cagniardellen, Kolbengebläse und Ventilatoren, welche man von Wasser oder Dampf treiben lässt; bei nur vorhandener Thier- oder Menschenkraft sind fast allein Lederbälge anwendbar), von der für den metallurgischen Prozess erforderlichen Windpressung (Lederbälge geben eine Pressung von $1/2$ bis $2/3$ Zoll, Holzbälge 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll, Ventilatoren bis 1 Zoll, Cagniardellen und Kastengebläse 1 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, Cylindergebläse $2\frac{1}{2}$ Zoll und darüber; bei langen Windleitungsröhren und erforderlicher starker Pressung sind Cylindergebläse und Cagniardellen anzuwenden).

Tunner theilt in seinem „wohlunterrichteten Hammermeister“ B. 1. S. 246 (1858) Grundsätze für Gebläseanlagen, namentlich für die Anlage von durch Wasserräder getrie-

benen Kasten- und Cylindergebläsen mit, aus denen hervorgeht, dass ein Kastengebläse nicht viel billiger zu stehen kommt, ja sogar theurer sein kann, als ein Cylindergebläse, dagegen aber nothwendig mehr Reparaturen und damit verknüpfte Zeitversäumnisse im Werksbetriebe verursacht, mehr Betriebskraft erfordert und nach einem etwa 20jährigen Gebrauche die Kästen neu hergestellt werden müssen. Wo also das Gusswerk nicht zu theuer kommt und die Leistungsfähigkeit gehörig benutzt wird, da sind Cylindergebläse den Kastengebläsen vorzuziehen. Ein Cylindergebläse vom Gusswerk St. Johann am Brückl kostet ohne Windleitung, Regulator und Wasserrad etwa 750 Gulden C.-M., ein Kastengebläse von gleicher Wirkung 600 Guld. C.-M. Ein Wasserrad zu solchem Gebläse kommt auf 240 und mit Vorgelege auf 300 Guld. C.-M., ein Regulator mit Wasserliederung 150 bis 200 Guld. und die Unkosten bei Aufstellung des Gebläses etwa 150 Guld. C.-M. Ein paar hölzerne Spitzbälge kosten 300 und mit Wasserrad und Aufstellung etwa 500 Guld., also 4 Paar, welche ein Kastengebläse für dieselbe Leistung ersetzen, an 2000 Guld., während das Kastengebläse ohne Windleitung auf etwa 1100—1200 Guld. zu stehen kommt, weniger Reparatur und viel weniger Betriebskraft erfordert. Ein Gebläse mit schwingendem Cylinder (Wackler), welches pr. Minute 600—900 Cubikfuss Wind liefert, kostet ganz zusammengestellt loco Werk 700 Guld. C.-M. Auch weist Tunner an einem Beispiele nach, in welcher Weise die Hauptdimensionen eines Kasten- und Cylindergebläses bei gegebener Windmenge, welche dasselbe in einer Minute liefern muss, ermittelt werden.

Ueber die Construction der Kolbengebläse siehe auch Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik B. 3. S. 1084.

Eintheilung.

§. 92. Lederne Bälge.[1] Dieselben sind entweder einfach oder doppelt wirkende, je nachdem der beweg-

---

1) Karsten's Metallurgie. III, 171. Fig. 342—355. Tunner's Stabeisen- und Stahlbereitung. 1858. Bd. 1. S. 167. — Prechtl, techn. Encykl. VI, 433. Dingl., LXXVIII, 18; LXVI, 274; LXVIII, 372; XLV, 39; CXI, 106.

liche Boden nur beim Aufgang oder beim Hin- und Zurückgehen wirkt. Sie bewegen sich entweder ganz frei oder in luftdicht verschlossenen Räumen und entlassen den Wind entweder stossweise oder sind mit einem Regulator (Reservoir) versehen.

Einfach wirk. Bälge.

A. Einfach wirkende Lederbälge.

Bälge ohne Reservoir.

1) Bälge ohne Reservoir (Taf. XIV. Fig. 342). *a* hölzerner Boden, gewöhnlich von der Gestalt eines gleichschenkligen, an der Spitze etwas abgestumpften Dreiecks und mit dem Balgkopf *g* fest verbunden. *b* hölzernes Saugventil, mit Filz gefüttert und nach innen sich öffnend. *c* Oeffnung zum Eintritt der Luft, wenn der mit dem Boden *a* durch Ledereinfassung *f* verbundene hölzerne Deckel, bei *d* mit dem Balgkopf durch ein Charnier verbunden, gehoben wird. *h* Düse, in eine Durchbohrung des Balgkopfes eingekeilt, durch welche die beim Niedergang des Deckels *e* comprimirte Luft ausströmt, indem sich das Ventil *b* schliesst. Letzteres befindet sich am weitesten Ende des Balges, damit nicht auch Luft durch die Düse zurücktreten kann, was vollständiger dadurch vermieden wird, dass man vor die Düse am Balgkopf ein Ventil legt.

Bälge von derartiger Einrichtung wendet man am häufigsten von geringeren Dimensionen zur Hervorbringung von nur minderen Windpressungen an, z. B. zum Anfachen von Glühofenfeuern, und bewegt sie dann mit der Hand. Zuweilen kommen sie jedoch auch bei metallurgischen Feuerungen zur Verwendung, wo dann der Deckel derselben von der Betriebsvorrichtung gehoben und durch aufgelegte Gewichte niedergedrückt wird; z. B. auf den LAMPRECHT'schen Stahlfrischfeuern in Steyermark.[1])

Bälge mit Reservoir.

2) Bälge mit Reservoir. Dieselben geben einen gleichmässigen Windstrom, sind die häufiger angewandten und unterscheiden sich nach ihrer Gestalt hauptsächlich in pyramidale und cylindrische. Das Reservoir hat entweder dieselbe Gestalt, wie der Spitzbalg oder nicht (Kuckucksgebläse).

---

1) TUNNER, c. l. B. 1. S. 171.

Pyramidale Bälge.

a) Ein pyramidaler Balg hat im Wesentlichen folgende Einrichtung (Taf. XIV. Fig. 343): *a* mittlerer Boden, mit dem Balgkopf fest verbunden und mit einer durch ein Ventil verschliessbaren Oeffnung *b* versehen, durch welche beim Aufgange des an einem Charnier beweglichen Bodens *c* comprimirte Luft in das mit beweglichem Deckel versehene Reservoir (Windregulator) *d* gepresst und dann durch die Düse *e* zur Ausströmung gebracht wird. Bei rascher Bewegung des unteren Bodens kann weniger Luft durch die Düse entweichen, als in das Reservoir gepresst wird, wodurch eine Spannung derselben in letzterem entsteht, nachdem dasselbe bis zu seinem Maximum sich vergrössert hat. Wird nun der Unterboden wieder emporgehoben, bevor das Reservoir völlig entleert ist, so gelangt wieder comprimirte Luft in letzteres und diese entweicht in einem ununterbrochenen Strome aus der Düse. Durch Auflegen von Gewichten auf *d* kann die Pressung der Luft erhöht und die Ausströmung gleichmässiger gemacht werden. Der untere bewegliche Boden *c*, mit dem Saugventil *f* versehen, wird entweder mittelst eines Hebels durch die Hand oder den Fuss nach der Richtung *h* emporgezogen (Hand- oder Faust- und Trittbälge) oder bei grösseren Bälgen und constanterem Gebrauche mittelst Daumen oder Heblingen auf einer umlaufenden Wasserradwelle direct emporgehoben (Weisbach, c. l. S. 1008, 1091), oder der Boden *c* steht mittelst einer Zugstange und eines Hebels mit einer Welle in Verbindung, welcher von der Wasserradwelle durch ein Hebelwerk eine vor- und rückwärts drehende Bewegung ertheilt wird (Tunner c. l. S. 170). Das Gewicht *g* zieht den gehobenen Boden wieder abwärts. Der mittlere Boden *a* ruht kurz vor dem breiteren Ende mit Achsen in einem Balggerüste. Das schmälere Ende oder die Düse liegt auf dem Essengemäuer oder auf einer sonstigen Unterstützung. Das Windreservoir von 2—4mal so grossem Rauminhalt, als der eigentliche Balg, hat eine mit einem Zapfloche verschlossene Oeffnung, durch welche erforderlichen Falles die Windmenge regulirt und Wasser eingegossen werden kann, wenn Feuer im Innern des Balges entstanden sein sollte.

Die biegsamen Lederwände legen sich beim Zusammen-

pressen der Luft entweder von selbst in Falten, oder man befördert einen geordneten Faltenwurf durch Befestigung einiger schmaler Anschlagleisten mit eisernen Nieten an dem Leder und charnierartig am Balgkopfe. Dasselbe erreicht man auch dadurch, dass im Innern des Ledermantels Holzreife ausgespannt werden.

Das Leder wird an den drei Holzböden mit von aussen daran genagelten Leisten befestigt und am Balgkopf noch ein besonderer Lederstreifen darüber gelegt und angenagelt. Die Düse von Eisenblech wird am weiteren Ende mit dem Balgkopf verkeilt, dieser mit Eisenbändern umgeben und an der Stirnseite zum Schutz gegen das Feuer mit Eisenblech beschlagen.

Die aus gut getrocknetem Holze angefertigten $1/2$—1 Z. dicken Ventile ragen bis 1 Zoll über die Ventilöffnung hinaus und der überragende Theil (Anschlag) sowohl, als auch ein Theil des Ventils nach der Mitte zu ist des besseren Verschlusses wegen mit aufgeleimten Streifen von Filz oder dichtwolligem Schaffell bekleidet. Die Ventile sind an der einen Seite durch einen Lederstreifen oder durch Charniere bildende Riemen am Boden befestigt, und damit sie beim Aufgang nicht überschlagen oder zittern, ist an der entgegengesetzten Seite über dieselben ein Riemen (Spannriemen) locker gespannt. Auch nagelt man wohl den Riemen auf dem Ventil auf und lässt dessen Enden durch den Boden des Balges gehen, so dass man durch mehr oder weniger scharfes Anziehen derselben das Ventil mehr oder weniger sich aufschlagen lassen kann.

Zuweilen legt man unter ein grösseres Reservoir mit rechtwinkliger Grundfläche zwei kleinere Bälge, welche abwechselnd comprimirten Wind in das Reservoir blasen. Ein solches Gebläse, Kuckucksgebläse genannt, findet sich z. B. auf dem Kupferhammer zu Oker.

Cylindrische Bälge.

b) Die stehenden cylindrischen Lederbälge haben drei cylindrische Holzböden, von denen der mittlere feststeht, der untere mittelst Hebelvorrichtung auf und ab bewegt wird und der obere den Deckel des Regulators bildet. Der mittlere und untere Boden hat nach oben schlagende Ventile und der mittlere ist statt des Balgkopfes mit einem etwa

4 Z. hohen hölzernen ringförmigen Aufsatze versehen, in welchem sich die Windableitungsröhre oder die Düse befindet. Aehnlich eingerichtete Bälge hat man auch von quadratischer Form.

Horizontale cylindrische Bälge, wie sie AGRICOLA bereits abbildet, sind noch in Spanien in Anwendung. Dieselben werden von einer Person durch Drücken bewegt und können ohne Regulator oder mit solchem versehen sein.

Doppelbläser.

B. Doppelt wirkende Bälge mit Reservoir. Dieselben bewegen sich entweder ganz frei oder in luftdicht verschlossenen pyramidalen oder cylindrischen Räumen.

Doppelbläser mit freier Bewegung.

1) Die frei bewegten pyramidalen, doppelt wirkenden Bälge (Taf. XIV. Fig. 344) unterscheiden sich von gleichgestalteten einfach wirkenden mit Reservoir (S. 573) nur dadurch, dass sich unter dem beweglichen Boden *c* noch ein feststehender, mit Ledereinfassung verbundener Boden *h* mit einer Oeffnung *i* befindet. Indem sich der Boden *c* zwischen den beiden feststehenden Böden *a* und *h* bewegt, wird sowohl beim Auf- als Niedergange Luft eingesogen und in das Reservoir *d* gepresst.

Eine etwas andere Einrichtung ist in PRECHTL's techn. Encyklopädie Bd. 6, S. 433 beschrieben, so wie auch eine solche von VOGEL [1]) angegeben worden. Solche Gebläse findet man wegen ihrer complicirteren Construction seltener, als einfach wirkende; auch bleiben sie in ihrer Wirkung gegen andere wohlfeiler herzustellende Gebläse zurück.

Doppelbläser in geschlossenen Räumen.

2) Die in geschlossenen Räumen sich bewegenden Doppelbälge stehen entweder aufrecht in einem pyramidalen Behälter, oder bewegen sich bei cylindrischer Form in einem cylindrischen Raume.

Pyramidale Bälge.

a) Doppelbläser mit stehendem pyramidalen Balg. [2]) In einem luftdichten keilförmigen gusseisernen Kasten wird ein stehender Blasbalg mittelst einer Welle, welche mit Kurbel, Schwungrad und Hebelwerk versehen ist, hin- und herbewegt. Der gusseiserne Kasten be-

---

1) Polyt. Centr. 1855. S. 1010.

2) PRECHTL, techn. Encykl. Bd. 6. S. 434 (mit Zeichnung).

sitzt seitlich zwei Einlassventile und nach oben eine mit Auslassventil versehene, in einen cylindrischen Lederregulator ausmündende Oeffnung. Aus diesem führt eine mit Auslassventil versehene Oeffnung an der entgegengesetzten Seite im Boden zur Düse. Wird nun der Balg angezogen, so presst er die im Kasten befindliche Luft nach oben in den Regulator, aus welchem dieselbe dann in die Düse gelangt. Beim Rückgang des Balges entsteht im Kasten ein luftverdünnter Raum und atmosphärische Luft dringt durch die Saugventile ein. Gleichzeitig steht nun auch der Blasbalg durch ein Saugventil mit der atmosphärischen Luft und durch ein Auslassventil mit der Windleitung in Verbindung, so dass beim Anziehen des Balges der eiserne Kasten, beim Zusammendrücken die im Balge enthaltene Luft ausgepresst wird. Dieses ziemlich wirksame Gebläse bedarf zur Bewegung keiner grossen Kraft.

Cylindrische Bälge.

b) Doppelbläser mit cylindrischem Balge.[1]) Die Gebrüder ENFER in Paris haben das vorstehende, schon länger bekannte Princip bei einem Balge für ein transportables Schmiedefeuer mit einigen Modificationen angewandt. In einem cylindrischen Blechgefässe wird an einer mittelst Hebelwerks bewegten Kolbenstange der Boden eines cylindrischen Balges auf- und niederbewegt, während der Deckel desselben am Blechcylinderdeckel befestigt ist. Der Blechcylinder hat im Boden, der Balg im Deckel ein Saugventil zum Eintritt der Luft und beide im Deckel Auslassventile. Beim Bewegen des Balges, dessen Durchmesser kleiner, als der des Cylinders ist, wird aus beiden comprimirte Luft durch die Auslassventile in den über denselben befindlichen blechernen Regulator gepresst, in welchem sich, den festen Deckel oben und den beweglichen Boden unten, ein cylindrischer Lederbalg befindet, welcher mittelst einer Spiralfeder nach unten gedrückt wird. Der bewegliche Balgboden im Regulator nimmt eine höhere oder tiefere Stellung ein, je nachdem mehr oder weniger Wind in denselben ein-

---

1) Le Génie industrielle, par ARMENGAUD FRÈRES, Tom. XII, No. 70. — WEISBACH, Ing.- u. Masch.-Mechanik. 3. Thl. S. 1009 (1860). Polyt. Centr. 1857. S. 231. B. u. h. Ztg. 1861. S. 93.

geführt wird. Aus dem Regulator tritt der Wind durch eine nach oben gebogene und wieder nach unten gezogene Düse in das Schmiedefeuer.

Anwendbarkeit der ledernen Balggebläse.

Die einfach wirkenden Lederbälge werden häufiger zum Küchengebrauche, als bei Schmiedefeuern angewandt. Für letztere, so wie für kleinere Wärmfeuer, namentlich bei öfters zu unterbrechendem Betriebe, finden die Lederbälge mit Reservoir und die Doppelbälge in geschlossenen Räumen meist Anwendung. Zuweilen findet man dieselben auch auf Blei-, Silber- und Kupferhütten für Herdöfen und Krummöfen im Gebrauch. Die verhältnissmässig geringe Windmenge von nicht sehr kräftiger Pressung setzt aber ihrer Anwendung bei continuirlich fortzuführenden, höhere Pressungen erfordernden Hüttenprozessen Grenzen entgegen. Je nach den Lederpreisen wechseln ihre Herstellungskosten. Bei der leichten Zerstörung des Leders durch Nässe und Hitze können die Reparaturkosten bedeutend werden, wenn man nicht dafür sorgt, dass sie öfters mit Thran oder Unschlitt eingeschmiert werden und weder zu nahe am Wasser, noch am Feuer liegen. Letzteres ist zuweilen nicht zu umgehen, wenn kein anderer Raum vorhanden ist und weil wegen der schwachen Windpressung lange Windleitungsröhren vermieden werden müssen; man muss dann den Balg durch Schirme gegen die Hitze schützen. Die Reparaturen selbst sind leicht auszuführen. Die Spitzbälge haben, namentlich wenn das Leder trocken und steif geworden, einen grossen schädlichen Raum; weniger die quadratischen und cylindrischen Bälge. Die Dauer und Wirkungsweise der Lederbälge erreicht oder übertrifft noch die der hölzernen Bälge, wenn man für die Conservation des Leders in oben angegebener Weise sorgt.

Eintheilung.

§. 93. Hölzerne Bälge.[1]) Diese Gebläse haben den Namen Balg von der den Lederbälgen ähnlichen pyramidalen Gestalt erhalten. Sie bestehen entweder aus zwei, an einer offenen langen Seite über einander greifenden hölzernen pyramidalen Kästen, von denen der Unterkasten fest

1) Karst. Met. III, 182. Fig. 356—372. Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. 1, S. 172. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 10. Kerl, Oberharz. Hüttenprozesse. 1860. S. 347.

liegt und der Oberkasten sich bewegt (gewöhnliche Spitzbälge) oder umgekehrt bei festem Oberkasten der Unterkasten beweglich ist (Schämelbälge), oder es bewegt sich in einem festen Oberkasten ein hölzerner Boden an einem Charniere auf und nieder (Widholmsgebläse).

Spitzbälge.

1) Die gewöhnlichen Spitzbälge mit beweglichem Oberkasten (Taf. XIV. Fig. 345, 346) haben nachstehende Einrichtung: *a* Balgkopf, mit dem Unterkasten (Schämel, Boden) *c* in Eins. *b* Oberkasten (Mantel, Deckel), von gut ausgetrockneten, gefalzten, verleimten und mit Holzpflöcken vernagelten, $1^1/_2$—2 Z. und mehr dicken Holzbohlen zusammengefügt. Die Kanten des Mantels werden wohl noch mit Leinwand überklebt oder mit Blechstreifen übernagelt. Die beiden Seitenwände des Oberkastens sind am schmalen Ende verlängert. Durch diese Verlängerung (Backen, Lappen, Ohren) wird eine eiserne Axe (Schlossnagel, Schlosseisen, Balgwalze) hindurchgesteckt, welche in einer wohl mit Metall ausgefütterten Rinne *m* auf dem Balgkopfe *a* ruht und durch zwei Hängeeisen (Krampen, Schlingen) *n* festgehalten wird, welche herausgenommen werden können, um ins Innere des Balges zu gelangen. Hängeisen und Walze zusammen nennt man das Schloss des Balges. An dieser Axe bewegt sich der Oberkasten über den Unterkasten. Die Rückwand *o* des Oberkastens ist nach dem Radius der Bewegung desselben gekrümmt und die schmale Seitenwand des Mantels (Stirnbrett) tritt beim Niedergange desselben in eine rinnenartige Vertiefung *p* des Balgkopfes ein. Der Unterkasten enthält das Ventil *k*, ein $^1/_2$ — 2 Z. dickes Holzbrett von solcher Länge, dass es die davon bedeckte, im Unterkasten befindliche Ventilöffnung um $^1/_2$—1 Z. überragt. Dasselbe ist unterwärts mit starkem Tuche (Oeltuche), Schafwolle oder Filz überzogen und bewegt sich in Zapfen oder, wie bei den Lederbälgen (S. 575), an einem ledernen Charnier. Zum leichtern Aufklappen ist dasselbe wohl mit einem Gegengewicht versehen und zur Verhütung des Ueberschlagens dient eine Feder oder ein Spannriemen. Das Ventil muss leicht und hinreichend gross sein. Zur Verminderung des schädlichen Raumes legt man wohl in den Unterkasten noch einen geneig-

ten Boden. Damit der Unterkasten mit dem Oberkasten in möglichst luftdichtem Verschlusse bleibt, befindet sich auf dem Rande des ersteren die sogenannte Leistenliederung *i*. Auf dem Rand des Unterkastens sind, von etwa 9 zu 9 Z. eingeschnittene, 2—3 Z. breite und $1\frac{1}{2}$—2 Z. hohe Holzleisten *i* aufgenagelt, welche durch Federn (Spann- oder Windfedern) *q* gegen die Seitenwände des Mantels gepresst werden. Damit die Leisten beim Aufgang desselben nicht gehoben werden, werden sie durch Klammern (Haken, Kröpfe) *r* niedergehalten. In den Ecken sind die Leisten bis zur halben Höhe ausgeschnitten und über einander geplattet. Zur Verminderung der Reibung überkleidet man wohl die Leisten an der Seite mit Leder oder bestreicht sie mit Talg oder graphitirt den Mantel. Desgleichen werden die Federn zuweilen mit Baumöl geschmiert.

Der Balg ruht entweder an der vordern und hinteren Seite auf einem Gerüst, oder er liegt am vorderen, schmalen Ende mit der Düse in der Form auf und hält diese fest nieder.

Die Bewegung des Mantels geschieht an dem zur Verstärkung desselben dienenden Mantelbaume oder Oberfusse *s*, welcher an ersterem durch Eisenbügel und Keile befestigt und stellbar ist, wenn der Balg am hintern Ende aus seiner Lage gebracht werden muss, um den festen Düsen eine veränderte Richtung zu geben. Der Mantelbaum ist durch die Kette *t* mit einem Hebel *g* (Tritt, Trittschämel, Leitholz, Streichspan, Strichen, Strichenbalken) verbunden, welcher, mit oder ohne eiserne Streichplatte, durch an der Wasserradwelle *e* befindliche hölzerne, eisenbeschlagene Hebelinge *f* (Wellfüsse, Kämme, Däumlinge, Balgkegel) niedergedrückt wird, wodurch der Oberbalg sich nach unten bewegt und die Luft comprimirt wird. Lässt der Däumling los, so zieht ein Gegengewicht am Balancier *d* oder eine durch Federkraft wirkende Schwungruthe den Mantel wieder in die Höhe und das Saugventil öffnet sich. Man kann auch die Hebelinge bei höherer Lage der Welle direct auf den Mantelbaum hebend wirken lassen und den Mantel durch aufgelegte Gewichte niederdrücken, bei welcher Einrichtung jedoch die Stärke des Windes durch die Menge des Aufschlagewassers weni-

ger zu reguliren ist, als bei der ersteren Einrichtung. Damit die Hebelinge den Balg gleichförmig heben und ein gleichmässiger Windstrom erzeugt wird, müssen sie nach der Abwicklungslinie eines Kreises construirt sein, dessen Radius dem Abstande von der Axe der Welle zum ersten Angriffspuncte des Hebelings gleich ist. Unterschlächtige Wasserräder wirken gleichförmiger, als oberschlächtige, gestatten aber keine so vollständige Ausnutzung der Wasserkraft, wie erstere.

Um einen continuirlichen Windstrom zu erzeugen, combinirt man gewöhnlich zwei mit ihren Düsen in derselben Form liegende Bälge auf die Art, dass der eine Mantel eher niederzugehen beginnt, als der andere nach oben gezogen wird, was man durch verschiedene Längen der Kette *t* oder durch Zwischenlagen auf den Streichplatten *g* regulirt. Dabei entsteht zwar ein continuirlicher, aber immer ungleichmässiger Windstrom, welchen man dadurch gleichförmiger macht, dass man zwei oder mehrere Bälge in einen Regulator *l* blasen lässt und aus diesem den Wind durch mittelst Lederschlauch *u* beweglich gemachte Düsen *k* in die betreffenden Formen leitet. Zuweilen verbindet man beide Oberkästen mit einer elastischen Wage, wo dann beim Niedergang des einen der andere gehoben wird. Um beim Aufgang des Balges das Einziehen von Luft oder Funken durch die Düse zu vermeiden, bringt man im Balgkopf nach aussen schlagende Eisenblechventile an, namentlich auch, wenn die Bälge in einen Regulator blasen.

Schämelbälge.

2) Bei Schämelbälgen wird der bewegliche Unterkasten von den Hebelingen gehoben und fällt dann durch sein eigenes Gewicht bis zu einer gewissen, durch eine elastische Holzstange oder durch Strohpolster normirten Tiefe zurück, wobei keine so grosse nutzlose Ueberlast zu bewegen ist, als bei den vorigen Bälgen. Während bei den gewöhnlichen Spitzbälgen der Unterkasten stärker gebaut ist, als der Oberkasten, so ist bei den Schämelbälgen der zu bewegende Unterkasten leichter und der Oberkasten stärker.

Widholmgebläse.

3) Das Widholmgebläse[1]), nach seinem Erfinder so

1) Hausmann, Reise nach Skandinavien. IV, 169. Karst., Met. III, 191.

benannt und in Schweden und Frankreich noch in Anwendung, erfordert, da nur ein Holzboden in einem festliegenden Mantel bewegt wird, eine geringere Umtriebskraft und hat keinen so grossen schädlichen Raum, als die übrigen Holzbälge, ist aber nicht im Stande, ein Kastengebläse zu ersetzen. Die Kosten seiner Anlage sind bedeutender und es erfordert viel Reparaturen.

Anwendbarkeit der hölzernen Balggebläse.

Man trifft hölzerne Bälge nicht selten auf Kupfer-, Blei- und Silberhütten, sowie auf Hammerwerken, weil sie in ihrer Herstellung und Unterhaltung wohlfeil sind. Sie erfordern aber eine grosse bewegende Kraft, haben einen grossen schädlichen Raum, geben keine hohe Windpressung und lassen einen bedeutenden Windverlust zu.[1]) Vor den Lederbälgen besitzen sie wenig Vorzüge und stehen den Kastengebläsen im Effect nach, erfordern auch mehr Reparaturen, als diese, und sind nicht billiger.

Eintheilung.

§. 94. Kolbengebläse. Hierunter begreift man gewöhnlich mit verschiedenen Oeffnungen und Ventilen versehene Behälter, an deren Seitenwänden eine mittelst der Liederung luftdicht anschliessende Fläche (Kolben) sich entweder horizontal oder vertikal an einer mit einer treibenden Kraft in Verbindung gesetzten Stange (Kolbenstange) bewegt, wodurch Luft bald eingesogen, bald ausgepresst wird. Hölzerne oder eiserne Behälter von der Form eines vierseitigen Prisma's nennt man Kastengebläse, eiserne Behälter in Cylindergestalt Cylindergebläse.

Die Kolbengebläse sind entweder einfach- oder doppeltwirkende, je nachdem der Kolben nur beim Auf- oder Niedergange Luft auspresst, oder beim Auf- und Niedergange zugleich.

Vergleichung der Cylinder- und Kastengebläse.

Die Cylindergebläse, zwar kostspielig herzustellen, sind die vollkommensten Gebläse in Rücksicht auf Dauerhaftigkeit, auf die Grösse des schädlichen Raumes, des Windverlustes und der Friction, und besonders da nicht zu entbehren, wo es auf die Erzeugung von viel und stark gepresstem Winde (von $2^1/_2$ Zoll Quecksilber und darüber) ankommt.

---

1) Berechnung des Windeffectes der Spitzbälge: Scheerer, Met. I, 468. Kerl, Oberharzer Hüttenpr. 1860. S. 349.

Gute doppelt wirkende Kastengebläse kommen ihnen am nächsten. Letztere sind für Gegenden zu empfehlen, wo man eiserne, gut ausgebohrte Cylinder noch nicht ohne Umstände und grosse Kosten erhalten kann. Die Kastengebläse sind vollkommener, als die hölzernen Spitzbälge, weil bei der Unabhängigkeit von hohlem Raum und Kolben letzterer von allen Seiten eine gleich grosse Bewegung erhält, in Folge dessen zur Erzeugung derselben Windmenge der Kolben weniger Querschnitt bekommt und somit Friction und schädlicher Raum geringer werden. Auf den Oberharzer Hütten [1]) wurden Spitzbälge mit grossem Vortheile durch Cylindergebläse ersetzt.

Vor den Cylindergebläsen haben Kastengebläse zwar drei- bis viermal geringere Anlagekosten und leichtere Ausführbarkeit der Reparaturen voraus, aber letztere sind bei dem Einfluss der Feuchtigkeit und Wärme der Luft auf die Holzkästen um so häufiger, die Dauer ist im Verhältniss zu ihren Anlagekosten gering, sie erfordern bei gleicher Leistung einen grösseren Raum, bei hohen Pressungen giebt das Holz nach und durch dessen Poren findet ein Windverlust statt.

Von den Spannungsverhältnissen der Luft im Innern des auszupressenden Raumes während des Kolbenspieles kann man sich durch einen WATT'schen Indicator [2]) überzeugen.

Verschiedene Constructionen.

§. 95. Kastengebläse. [3]) Die Gebläsekasten werden meist aus Holz mit quadratischem Querschnitt hergestellt, weil, wenn eine bestimmte Oberfläche gegeben ist, bei dieser Gestalt, ausser der kreisförmigen, am wenigsten Reibung, Abnutzung und Windverlust stattfindet; die Cylindergestalt ist weit schwieriger aus Holz herzustellen, als die prismatische. Nur höchst selten werden die Kastengebläse aus Gusseisen

1) KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 337. — Berg- u. hüttenm. Ztg. 1860. S. 431.
2) WEISBACH c. l. II, §. 454; III, §. 420.
3) KARST. Met. III, 195. Fig. 373—378. KARST. Arch. 1 R. XVI, 107. PRECHTL, techn. Encyklop. VI, 438. TUNNER, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. 1. S. 201. (Sehr ausführlich.) Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 16. WENIGER, pract. Schmelzmeister. 1859. S. 68. WEISBACH, Ing.- Mech. III, 1003, 1091.

oder aus hölzernen, mit Roheisen- oder Bleiplatten gefütterten Holzbohlen oder aus Stein (Marmor) angefertigt.

Gewöhnlich sind diese Gebläse **einfach wirkend** und haben eine offene Fläche nach oben oder nach unten, um die bei dem unvollkommnen Bewegungsmechanismus und der Veränderlichkeit des Holzes öfters vorzunehmenden Reparaturen leichter und schneller ausführen zu können. Dabei muss man allerdings auf die vortheilhafteste Benutzung der Betriebskraft Verzicht leisten, weil zur Erzeugung gleicher Windmengen mehr oder grössere Kästen, als bei einem Doppelbläser, genommen werden müssen, wodurch der Bewegungsmechanismus complicirter und die Reibung vergrössert wird (Schweden).[1] Da letztere bei vertikal gestelltem Kolben am geringsten und am gleichmässigsten vertheilt ist, so zieht man die vertikale Stellung der Kästen einer horizontalen oder bogenförmig gekrümmten (STEGER'sche **Schubbälge oder Schubkästen**) vor. Nur da, wo die Betriebskraft und Räumlichkeit beschränkt und gusseiserne Cylinder schwer zu erhalten sind, wird man sich unter Umständen zur Anlage eines doppeltwirkenden Kastengebläses entschliessen.

Einfach wirkende Kastengebläse.

1) Ein **einfach wirkendes Kastengebläse** (Taf. XIV. Fig. 347) enthält folgende wesentlichen Theile:

a) Die **Kästen** *a*, aus 2 bis 3zölligen astfreien, gut ausgetrockneten Holzbohlen hergestellt und von 3—6 Fuss Seitenlänge. Die offene Seite befindet sich häufiger nach unten, als nach oben (**hängende und stehende Kastengebläse**), und es liegt dann in ersterem Falle in dem Deckel die mit einem Ventil versehene Ausströmungsöffnung *d*, durch welche der Wind entweder in einen darüber liegenden Windsammelkasten und von da in die Windleitung oder in einen Regulator (hier einen **Trockenregulator** *e*) tritt. Am häufigsten werden **Leder-**[2]) und **Wasserregulatoren**[3]) angewandt. Das Auslassventil, ähnlich wie bei Holzbälgen eingerichtet, hat 15—20 Zoll Seitenlänge und ½ bis ¾ Zoll Anschlag. Die Anzahl und Grösse der

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 149.
2) TUNNER, c. l. Bd. I. Taf. III, Fig. 13.
3) Ibid. Fig. 29.

Kästen hängt von der zu erzeugenden Windmenge ab. Gewöhnlich sind 2 oder 3 davon vorhanden, wobei man durch passende Kuppelung einen continuirlichen und durch Regulatoren einen gleichförmigen Windstrom zu erhalten sucht. Die Kästen werden in einem Holzgerüst mittelst Anker und Schraubenbolzen befestigt, innen entweder glattgehobelt (ältere Methode), oder mit einem glattgehobelten Futter von Espen-, Linden- oder Erlenholz bekleidet, oder mit einem erwärmten Brei aus 10—15 Pfd. feingeschlämmtem Graphit, 2 Maass Wasser und 3—4 Pfd. Tischlerleim mehrmals überpinselt, die trockne Fläche mit Bimstein glatt geschliffen und das Ueberpinseln, Trocknen und Abschleifen noch einige Mal wiederholt (das Graphitiren).

b) Der Kolben *c*, aus kreuzweise verbundenen Bohlen hergestellt, enthält je nach der Befestigungsweise der Kolbenstange entweder ein grosses quadratisches Saugventil, von 15 — 20 Z. Seitenfläche mit $^3/_4$ Z. Anschlag, in der Mitte oder zwei kleinere oblonge Ventile *b* an den Seiten. Die früher häufig angewandte Leistenliederung am Kolben, ähnlich wie bei den Spitzbälgen, ist neuerdings durch die vollkommnere Wurst- und Stulpliederung[1]) ersetzt. Bei ersterer liegt in einem Ausschnitte des Kolbens nach aussen ein Lederstulp, davor eine Wurst aus Rosshaar oder anderem Viehhaar und diese wird mittelst einer darauf liegenden, durch Schrauben mehr oder weniger anzuziehenden Leiste gegen den, die Liederung bildenden, hervorragenden Lederstulp gedrückt (ähnlich wie in Fig. 351, Taf. XIV). Bei der Stulpliederung tritt beim Aufgang des Kolbens comprimirte Luft hinter die Wurst und presst dieselbe gegen das Leder. Zuweilen fehlt die Wurst ganz und der comprimirte Wind drückt ohne Weiteres gegen den Lederstulp, welcher mit dem oberen Rande auf einer verschiebbaren Stellleiste befestigt ist (Selbstliederung).[2])

c) Der Motor ist in den meisten Fällen ein Wasserrad, und je nach Localverhältnissen wird die Bewegung davon durch Kurbeln, Wellfüsse oder Verzahnungen unmittelbar

1) Tunner, c. l. Bd. I. S. 206. B. u. h. Ztg. II, 281. Polyt. Centr. 1844. S. 158.

2) Le Blanc u. Walter, pract. Eisenhüttenkde.

oder mittelst eines Balanciers auf die Kolbenstange *k* übertragen, welche häufiger nach unten, als nach oben geht, wo dann in ersterem Falle eine Stopfbüchse überflüssig wird.

Die Zahnbewegung [1]), bei einfach wirkenden Gebläsen die üblichste, verursacht weniger Reibung und gibt einen gleichmässigeren Wind, als diejenige durch Excentriks, während die Kurbelbewegung [2]) eine ungleichere ist und zur Erzeugung eines gleichmässigeren Windstromes einen grösseren Regulator erforderlich macht. Der Kolben erhält $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Fuss Geschwindigkeit und $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der Kastenseitenlänge Hubhöhe. Bei der nicht sehr vollkommnen Geradführung der Kolbenstange vermeidet man einen höheren Hub.

Doppelt wirk. Kastengebläse.

2) Bei doppelt wirkenden stehenden Kastengebläsen (Zeichnungen: vid. TUNNER c. l. Taf. III. Fig. 15; Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV. Taf. XII. Fig. 4—7) hat der Kasten einen Deckel und Boden, welche mit Saugventilen versehen sind. Der Kolben ist massiv und mit einer doppelten Lederstulpliederung (Taf. XIV. Fig. 351) versehen, wovon die eine beim Auf-, die andere beim Niedergang des Kolbens wirkt. In der Stopfbüchse wird in Fett getränkter Hanf luftdicht an die Kolbenstange gepresst. Die Ausströmungsventile bringt man ganz nahe am Boden und am Deckel in einer Seitenwand des Kastens an und die Bewegung des Kolbens geschieht am zweckmässigsten durch Kurbeln.

Doppelt wirkende liegende Kastengebläse, wie sie in SCHEERER's Metallurgie Bd. I. S. 415 abgebildet, möchten kaum noch in Anwendung sein.

Allgemeines über ihre Einrichtung.

§. 96. Cylindergebläse. [3]) Derartige Gebläse fertigt man aus Gusseisen an und gibt ihnen selten eine quadra-

1) TUNNER c. l. Bd. I. Taf. III. Fig. 13.
2) PRECHTL, techn. Encykl. Bd. VI. Taf. 118, Fig. 7.
3) KARST. Met. III, 202. Fig. 380—419. MAYRHOFER in KRAUS' Jahrb. 1852. S. 91. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 23. WEHRLE, Hüttenkunde I. §. 251—255. TUNNER, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. I. S. 215. VALERIUS, Roheisendarst., deutsch v. HARTMANN. 1851. S. 238. Suppl. dazu 1853. S. 55. RÜHLMANN in PRECHTL's techn. Encyklop., Suppl. 1861. Bd. 3. S. 287. WEISBACH, Ingen. u. Maschinenmechan. Bd. 3, S. 1010, 1092. KARMARSCH und HEEREN, Wörterbuch der Gewerbskunde, Artikel

tische, in den meisten Fällen eine cylindrische Gestalt, weil der kreisförmige Querschnitt bei gleichem Flächeninhalt den kleinsten Umfang hat und dadurch weniger Reibung und Abnutzung veranlasst. Auch lässt sich bei den aus einem Stücke gegossenen Cylindern durch Ausbohren eine kreisrunde Gestalt genau herstellen. Gewöhnlich sind die Cylindergebläse doppeltwirkend, bei welcher Einrichtung ein Gebläse von kleineren Dimensionen eine vortheilhaftere Benutzung der Betriebskraft gestattet, als ein einfach wirkendes. Auf schwedischen Eisenhütten [1]) findet man jedoch mehr einfach wirkende Cylindergebläse, als Doppelbläser, weil bei ersteren seltenere und von Arbeitern leichter auszuführende Reparaturen vorfallen, Wasserkraft meist im Ueberflusse vorhanden ist und drei einfach wirkende Cylinder bei Kurbelbewegung und passender Kuppelung einen gleichmässigeren Windstrom geben, als zwei doppelt wirkende.

FOURIET'Taucherbläse.

Zu den einfach wirkenden Cylindergebläsen gehören die in neuerer Zeit angewandten FOURIET'schen Gebläse mit hohlen Taucherglocken. [2]) In einem oben offenen und im Boden mit Ein- und Auslassventil versehenen Cylinder bewegt sich an einer durch Excentriks auf und nieder gezogenen Kolbenstange ein hohler, äusserlich abgedrehter, unten offener Cylinder (Taucherkolben). Die Liederung ist in Gestalt eines ringförmigen Lederstulps auf dem Rande des Cylinders befestigt. Diese Gebläse, z. B. zu Harancourt in Frankreich ausgeführt, sollen folgende Vortheile gewähren: der Cylinder braucht nicht gebohrt zu sein, die Liederung, welche man stets unter Augen hat, lässt sich leicht nachstellen und schmieren, man hat 75 % Nutzeffect, während die besten Cylindergebläse nur 50 % der Betriebskraft geben. Durch Anwendung einer grösseren Anzahl von

---

„Gebläse". — JULLIEN, theoret.-pract. Handbuch der Eisenhüttenkde. Deutsch von HARTMANN. Brüssel u. Leipzig 1861. — CHUCHUL, über englische Berg- u. Hüttenmaschinen, in: v. CARNALL's preuss. Ztschr. III. B. 1856. WENIGER, pract. Schmelzmeister. 1859. S. 55.

1) TUNNER, Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 32. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 150.

2) Polyt. Centr. 1858. No. 1. WEISBACH. c. l. S. 1006.

Cylindern hat man noch den Vortheil, dass keine Betriebsstörungen eintreten, wenn an einem Cylinder Reparaturen vorzunehmen sind.

Hauptheile der Gebläse.

An einem doppelt wirkenden Cylindergebläse sind hauptsächlich die nachstehenden Theile zu unterscheiden:

Cylinder.

A) Der gusseiserne Gebläsecylinder, von gewöhnlich 3—6 Fuss und mehr Durchmesser und $^3/_4$ — $^6/_4$ Z. Wandstärke, innen genau cylindrisch abgedreht und an den Rändern mit abgedrehten Kränzen versehen, an welche Boden und Deckel des Cylinders, am Rande herum ebenfalls abgedreht, luftdicht aufgeschraubt werden, indem man wohl zwischen die Verbindungsstellen Kitt, Leinwand, mit Fett getränkten Filz oder Flanell oder einen Ring von Blei- oder Kupferdraht legt. Bei sorgfältiger Abdrehung ist ein derartiges Verdichtungsmittel nicht erforderlich. Je nach der Aufstellungsweise des Cylinders sind in Anwendung:

Vertikale Cylinder.

1) Gebläse mit vertikal stehenden Cylindern (Taf. XIV. Fig. 354—362), die ältere Einrichtung, welche sich bei der vertikalen Stellung des Kolbens durch ihren soliden Mechanismus längst bewährt hat, aber ein hohes und kräftiges Gebäude erfordert und, wenn die Maschinen ohne Schwungmassen arbeiten, die Anwendung der Expansion fast unmöglich macht.

Liegende Cylinder.

2) Gebläse mit horizontal liegenden Cylindern (Taf. XIV. Fig. 365, 368; Taf. XV. Fig. 371—373). Die Urtheile über den Werth dieser Gebläse im Vergleich mit den stehenden lauten noch so entgegengesetzt, dass erst eine entscheidende Ansicht geltend gemacht werden kann, nachdem noch weitere Erfahrungen darüber gesammelt worden.

TRURAN [1]) bemerkt darüber in seinem Werke „*The Iron Manufacture*“: dass man die Leistung und Haltbarkeit dieser Gebläse mit grossen Cylindern als ungenügend ansehen müsse, weil der Cylinder sich ungleich abnutze und der Kolben sich leicht abreibe, da der zur Verminderung der Reibung angewandte Graphit zu Staub zerrieben und als unwirksam an die Enden des Cylinders geschoben werde.

1) Bemerkungen über Gebläse in brittischen Eisenhütten: B. u. h. Ztg. 1855. S. 382.

v. CARNALL[1]) bestätigt in der Preussischen Zeitschrift, dass die Ansammlung des Graphits unvermeidlich sei und dessen Entfernung nach abgenommenem Cylinderdeckel stets eine Betriebsunterbrechung veranlasse, weshalb man sich auf einigen Werken bloss aus diesem Grunde für die stehenden Gebläse erklärt habe. Auf der Haslinghäuser Hütte[2]) haben sich dieselben auch nicht bewährt. RITTINGER[3]) findet auch den Hauptnachtheil der liegenden Gebläse in der Schwierigkeit, den Kolben in guter Schmiere zu erhalten und spricht sich deshalb für einfache, stehende Gebläse aus.

v. HOFF[4]) in Hörde redet dagegen in jeder Beziehung den auf rheinischen und westphälischen Hütten gut befundenen horizontalen Gebläsen das Wort und weist die Mängel nach, an denen solche in England und Schottland angewandte Gebläse leiden und welche TRURAN's Ansichten rechtfertigen. Gebläse, welche nach den von v. HOFF mitgetheilten Grundsätzen erbaut sind, geben einen grösseren Nutzeffect, als vertikale Gebläse, indem bei der Einrichtung, alle Ventile als kleine, hängende, ein leichtes und sicheres Spiel zulassende Klappenventile unmittelbar an den Cylinderdeckeln anbringen zu können, der schädliche Raum sehr vermindert wird. Sie empfehlen sich, wenn man sie durch eine horizontale Dampfmaschine bewegt, durch Einfachheit, indem eine Menge Zwischengeschirr wegfällt, grössere Solidität des ganzen Mechanismus und Baues, geringere Anlagekosten, weil sie keines Stützpunctes an den sie umgebenden Gebäuden bedürfen, leichtere Zugänglichkeit zu allen Theilen, wodurch Wartung und Reparatur erleichtert wird, und bedürfen weniger hohe und feste Maschinenräume zu ihrer Aufstellung, als lange Gebäude und ausgedehnte Fundamente, was aber auch unangenehm sein kann. Der Druck auf das Fundament ist bei horizontalen Cylindergebläsen kleiner, als bei vertikalen, wenn man denselben auf die horizontale Flächeneinheit bezieht. Der horizontale und

---

1) HARTMANN, Fortschr. d. Eisenhüttengewerbes. 1858. S. 52.
2) Zeitschr. d. deutsch. Ingenieure. 1857. Nov. u. Dec. S. 299.
3) Bericht über die erste allgem. Versammlung von Berg- u. Hüttenmännern zu Wien. 1859. S. 127.
4) Preuss. Zeitschr. IV. Abthl. B. S. 101. — B. u. h. Ztg. 1856. S. 320.

schiefe Druck ist aber meist verderblicher, als der vertikale. Die neuere Mechanik hat Mittel an die Hand gegeben, die bei den älteren Constructionen mangelhafte Unterstützung der Kolbenstange und des Kolbens durch leicht justirbare Führungen (Rollen, Schlitten) vor und hinter dem Cylinder zu beseitigen. Bei grossen Cylindern macht man die Kolbenstange hohl.

Im Portefeuille des JOHN COCKERILLE [1]) werden obige Vortheile der Gebläse bestätigt, und als möglicher Nachtheil nur deren oft bedeutende Länge hervorgehoben.

Bei den in neuerer Zeit erbauten horizontalen Gebläsen bestehen die Ventilöffnungen entweder aus einer grössern Anzahl kleinerer Oeffnungen, meist mit Kautschukklappen versehen [Gebläse zu Wittkowitz [2]), zur Clausthaler Silberhütte [3]), VAUTHIER's Gebläse mit hohlem Kolben [4]), THOMAS' und LAURENS' Gebläse [5]), Gebläse zu Hörde mit hohler Kolbenstange [6]), Gebläse zu Georg Marienhütte bei Osnabrück [7]), zu Berge Borbeck [8]), auf englischen und schottischen Hütten [9]), zu Vordernberg, Gebläse von GOGUET [10]), zu Kladno [11])], oder man hat Schieberventile [Gebläse von THOMAS und LAURENS [12]), von DEROSNE und CAIL [13]), von CAVÉ [14]), von FARCOT [15])].

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 33.
2) TUNNER, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. I. S. 224.
3) KERL, Oberharzer Hüttenprozesse. 1860. S. 337, 354.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 175. HARTMANN, Fortschr. des Eisenhüttengewerbes. 1858. S. 49.
5) VALERIUS, Roheisenfabrik., deutsch v. HARTMANN. Ergänzungsheft. 1853. S. 56. DINGL. Bd. 127. Hft. 1.
6) B. u. h. Ztg. 1856. S. 321.
7) PRECHTL, techn. Encyklop., Suppl. Bd. 3. S. 290 (1861).
8) Bgwfd. XVII, No. 51. S. 784.
9) B. u. h. Ztg. 1855. S. 391.
10) B. u. h. Ztg. 1852. S. 699.
11) RITTINGER's Erfahrungen. 1854. S. 21.
12) B. u. h. Ztg. 1856. No. 30. WEISBACH c. l. Bd. 3. S. 1018, 1104. HARTMANN, Berg- u. hüttenm. Atlas. 1860. S. 350. Taf. 24.
13) B. u. h. Ztg. 1856. No. 30.
14) HARTMANN, Fortschr. d. metallurg. Hüttengewerbes. Bd. 3. S. 62. 1860. — Ders. Berg- u. hüttenm. Atlas. 1860. S. 352. WEISBACH c. l. Bd. 3. S. 1019, 1098.
15) Ibid. HARTMANN c. l.

Rotirende Cylinder.

3) **Rotirende Cylindergebläse**[1]). Ein festliegendes cylindrisches Gehäuse *A* (Taf. XV. Fig. 374) hat eine Oeffnung *B* zum Eintritt und eine solche *C* zum Austritt der Luft. In diesem Gehäuse wird eine Trommel *D* in rotirende Bewegung versetzt, deren Axe *F* so tief unter der Cylinderaxe *G* liegt, dass die Trommel das Gehäuse an ihrem unteren Theile scharf berührt, so dass dadurch die directe Verbindung beider Oeffnungen *B* und *C* aufgehoben wird. Um die Axe *G* des Gehäuses *A* macht man Drehkolben *ab* und *cd* drehbar und lässt sie mittelst Kugelgelenken *f* und *g* aus der um ihre Axe *F* umlaufenden Trommel *D* heraustreten. Die Kolben treiben dann die durch die Oeffnung *B* eintretende Luft aus dem Raume *R* im comprimirten Zustande durch die Oeffnung *C* aus.

Auf diesen Principien beruht das Gebläse des Amerikaners Mackenzie[2]) für Kupolofen.

Oscillirende Cylinder.

3) **Gebläse mit oscillirendem Cylinder**[3]), **Wackler** (Taf. XIV. Fig. 357—359), sind um in ihrer Mitte angebrachte Zapfen drehbar und zeichnen sich durch ihre Einfachheit in der Aufstellung und Billigkeit der Anschaffung aus. Die Kolbenbewegung ist dabei ohne jede weitere Vorrichtung eine geradlinigte und man spart hohe Fundamente und lange Bläuelstangen. Zwar muss ein feststehender Cylinder mehr Solidität gewähren, als ein schwingender, allein bei dem geringen Kolbenwiderstand sind die durch etwaige elliptische Ausreibung eintretenden Uebelstände weit weniger zu fürchten, als bei schwingenden Dampfcylindern.

Derartige Gebläse, welche um den halben Preis gegen andere Cylindergebläse zu erhalten sind, finden sich z. B. auf Radwerk Leoben und dem Erzherzog Johann'schen Werke in Steyermark[4]), auf Eintrachtshütte[5]) in Oberschlesien u. a. in Anwendung. Sie sind auch von den Inge-

1) Weisbach. c. l. Bd. III. S. 1112. Polyt. Centr. 1860. S. 227, 1575.
2) Polyt. Centr. 1857. S. 1569. Hartmann, Fortschr. d. Eisenhüttengewerbes. 1858. S. 77.
3) Hösel's oscillirendes Cylindergebläse, Polyt. Centr. 1852. S. 1094.
4) Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. I. S. 221.
5) Wachler, die Eisenerzeugung Oberschlesiens. Hft. 6. S. 94.

nieuren Jolly und Robert[1]) für direct wirkende horizontale Dampfmaschinen construirt.

Bei Cylindergebläsen empfiehlt es sich zur Erhaltung eines möglichst gleichmässigen Luftstromes und der Umgehung grosser Regulatoren, so wie zur möglichsten Ausnutzung der bewegenden Kraft, statt eines grösseren Cylinders mehrere kleinere, am besten drei anzuwenden. Ein grosser Cylinder ist zwar einfacher und wohlfeiler aufzustellen, erfordert aber einen grossen Regulator und gibt keinen so grossen Nutzeffect für die Betriebskraft wegen der unvollkommenen Ausgleichung des Gewichtes des Kolbens, der Kurbel und Bläuelstangen.

Gebläsedeckel.

B) Gebläseboden und Deckel mit Ventilen und mit Stopfbüchse. Von der Befestigung der Deckel am Cylinder war bereits (S. 588) die Rede. An denselben sind angebracht:

Ventile.

1) die Saug- und Ausströmungsventile, und zwar

a) als grössere Klappenventile bei stehenden Cylindern. Dieselben bewegen sich meist in halsartigen Ansätzen, welche unmittelbar mit der Boden- und Deckplatte vergossen (Taf. XIV. Fig. 348, Taf. XV. Fig. 369), oder als besondere Ventilkästen auf die betreffenden Oeffnungen aufgeschroben werden (Taf. XIV. Fig. 349, 358). Zur Abhaltung des Staubes werden vor die Saugöffnungen wohl Drahtgitter gelegt. Damit sich die Ventile durch ihr eigenes Gewicht schliessen, gibt man ihnen möglichst eine geneigte Lage gegen den Horizont (Taf. XV. Fig. 369), oder bewirkt sonst ihre Schliessung durch Gegengewichte oder Federn. Die Ventile bestehen aus Leder oder Filz und Schafpelz, und man gibt ihnen durch leichte Holzklappen oder besser durch Eisenblech, ausser am Anschlage, Steifigkeit. Die Charnierbewegung erhalten die Ventile entweder dadurch, dass man direct das Leder an den Rand der Ventilöffnungen anschraubt oder mit besonderen metallenen Charnieren die Ventile beweglich macht.

---

1) Armengaud, Publication industrielle Vol. XII. Hartm., Fortschr. d. metallurg. Hüttengewerb. 3. Bd. S. 61.

Die Ventile bewegen sich beim Kolbenspiel pendelartig, bedürfen zum Auf- und Zuschlagen einer gewissen Zeit und lassen deshalb nur eine gewisse Kolbengeschwindigkeit zu, welche letztere, wenn grössere Windmengen zu erzeugen sind, grosse Gebläsecylinder veranlasst. Durch die Ventilhälse entsteht, was kein geringer Uebelstand bei den stehenden Gebläsen ist, ein unerwünschter schädlicher Raum.

Um mit wohlfeileren kleineren, schneller arbeitenden Cylindern denselben Effect, wie mit grösseren, langsamer bewegten zu erreichen, müssen möglichst grosse Querschnitte zum Einsaugen und Ausblasen der Luft gegeben werden. Da dieser Querschnitt nicht in Gestalt einer grossen Oeffnung hergestellt werden kann, ohne zu schwere und deshalb schwierig zu öffnende Ventile zu erhalten, so hat man in neuerer Zeit den Zweck dadurch zu erreichen gesucht, dass man

b) viele kleine Klappenventile aus Hasenfell, aus mit Filz duplirtem Leder oder aus vulkanisirtem Kautschuk anwendet, welche durch Blechstreifen steif gemacht werden (Taf. XIV. Fig. 350 *a*, 361, 362, 363, 364, 366; Taf. XV. Fig. 373). Bringt man derartige Vorrichtungen an horizontalen Gebläsen (Taf. XIV. Fig. 365, 366; Taf. XV. Fig. 371—373) an, so erzielt man neben grösserer Kolbengeschwindigkeit einen nur unbedeutenden schädlichen Raum. Die Ventilöffnungen werden in geraden Linien so vertheilt, dass die Saugöffnungen in der obern und die mit dem Ventilkasten bedeckten Blaseöffnungen in der unteren Hälfte des Cylinderdeckels oder umgekehrt sich befinden (Gebläse zur Clausthaler Hütte S. 590, zur Georg Marienhütte S. 590).

Ueber die Dauerhaftigkeit dieser Kautschukklappen liegen noch keine hinreichenden Erfahrungen vor, so dass sie noch verschiedenen Urtheilen ausgesetzt sind.

Dasselbe Princip wird bei liegenden (Vauthier's Gebläse S. 590, Gebläse zu Wittkowitz S. 590) und stehenden Gebläsen[1]) auch in der Weise ausgeführt, dass man viele kleine Oeffnungen im Ganzen mit einer ringförmigen Kaut-

1) Weisbach c. l. Bd. III. S. 1013. Prechtl, techn. Encykl. Suppl. Bd. 3. S. 287.

schukplatte (Flächenventil) bedeckt, welche auf ihrer äusseren Peripherie befestigt ist und sich an der inneren öffnet. Dabei befinden sich bei liegenden Cylindern die Saugventile im Kreis an der Peripherie des Deckels, die Blaseventile mehr nach dem Mittelpunct zu. Auch bewegen sich wohl Kautschukscheiben an einem Leitstift und verdecken gleichzeitig mehrere Oeffnungen (Gebläse von Friedrich Wilhelmshütte in Schlesien[1]) Taf. XIV. Fig. 362, 363) von innen, indem sie durch eine Scheibe am Ende des Leitstiftes vor dem Herabfallen geschützt sind, oder die Kautschukventile sind mit Gegengewichten versehen (Gebläse von Röhrig u. König zu Suderburg[2]), Taf. XIV. Fig. 361).

Es ist nach Rühlmann[3]) rathsam, derartigen Gebläsen keine grössere Kolbengeschwindigkeit, als etwa 250 Fss. pr. Min. zu geben, das Verhältniss des Hubes zum Durchmesser des Kolbens entweder gleich der Einheit oder doch $^3/_4$ zu machen und niemals von Dampf getriebene Gebläse ohne Schwungräder zu construiren, wie solche statt deren mit elastischen Federn angegeben sind.[4])

Um das Gebläse von der Bewegungszeit der Ventile ganz unabhängig zu machen und ihm fast jede beliebige Schnelligkeit zu geben, ist man von den Klappenventilen ganz abgegangen und hat die Klappen

c) durch Schieber ersetzt, welche, wie die Steuerungsmechanismen einer Dampfmaschine, von der Umtriebsmaschine in Bewegung gesetzt werden. Derartige Gebläse (Schiebergebläse, Schnellläufer) wurden 1854 zuerst in Frankreich eingeführt und nach und nach als liegende Gebläse von Thomas und Laurens (S. 590), von Derosne und Cail (S. 590), von Cavé (S. 590, Taf. XIV. Fig. 368), Farcot (S. 590) u. A., sowie als stehende Gebläse von Slate[5]), Schmidt[6]) (Taf. XIV. Fig. 367) u. A. construirt.

1) Prechtl, techn. Encykl. Suppl. Bd. 3. S. 288.
2) Prechtl, c. l. S. 289.
3) Prechtl. c. l. S. 292.
4) Artikel „Gebläse" in Karmarsch und Heeren's Wörterbuch der Gewerbskunde S. 58. — Armengaud, Publication Industrielle T. 8. p. 231. Pl. 16.
5) B. u. h. Ztg. 1857. S. 243. Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1020.
6) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1858. S. 179. Polyt. Centr. 1858. S. 1319.

Die Erfahrung hat den wirklichen Werth dieses neueren Systemes noch nicht gehörig nachgewiesen. Schiebergebläse sind im Allgemeinen wohlfeiler wegen ihrer geringeren Dimensionen und ihres geringeren Gewichtes, die Herstellung der zu ihrer Anlage nöthigen Räume kostet deshalb weniger, aber sie erfordern eine höchst sorgfältige Ausführung und haben einen weit geringeren Nutzeffect, als grössere Maschinen mit mässiger Geschwindigkeit und Kautschukventilen, weil das Oeffnen und Schliessen der schweren Schieber nicht so momentan und zeitgemäss, wie bei den Ventilen erfolgt. Auch sollen sie zur Heizung der Dampfmaschine mehr Brennmaterial, sowie auch mehr Unterhaltungs- und Reparaturkosten erfordern.[1])

d) Hub- oder Scheibenventile[2]), welche am Rande ringsum frei spielen und bloss in der Mitte durch einen cylindrischen Stab ihre Führung erhalten, haben sich bei stehenden Cylindern (Taf. XIV. Fig. 361—363) wohl, bei liegenden weniger bewährt.

Ventilkasten.

2) Ventilkasten nebst Windsammelkasten. Während für die Saugventile nur einfache Oeffnungen im Deckel angebracht werden können, welche bei stehenden Gebläsen mittelst eines Ventils im Innern durch ein Gegengewicht (Taf. XIV. Fig. 361) oder bei horizontalen durch Kautschukklappen (Taf. XIV. Fig. 350) geschlossen werden, so müssen die Ausströmungsventile mit Hälsen oder Ventilkästen überdeckt werden, welche mit dem prismatischen oder cylindrischen Windsammelkasten communiciren. Meist befinden sich aber auch bei den stehenden Gebläsen über den Saugöffnungen Hälse.

Die Grösse des schädlichen Raumes in den Ventilkästen hängt von deren mehr oder weniger zweckmässigen Einrichtung ab. Es empfehlen sich in dieser Beziehung diejenigen von Gebläsen zu Seraing (Taf. XIV. Fig. 349) vor den gewöhnlichen Hälsen (Taf. XIV. Fig. 348). Bei Kaut-

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 33. — Prechtl, techn. Encykl. Suppl. Bd. 3. S. 294, 296. Hartmann's Fortschr. d. metallurg. Hüttengewerbes 1. Bd. S. 75. 3. Bd. S. 70.
2) Weisbach c. l. Bd. III. S. 1015. — Tunner c. l. Bd. I. S. 225.

schukventilen (S. 593) wird der schädliche Raum fast ganz vermieden.

Bei dem horizontalen Gebläse von VAUTHIER und GIBOUD[1]) fehlen die Ventilkästen ganz. Der Kolben ist hohl und sein Deckel und Boden mit Kautschuk-Ausblaseventilen (S. 593) versehen, während der Cylinder am Deckel und Boden ähnliche Saugventile enthält. An der der Kolbenstange entgegengesetzten Seite communicirt mit dem hohlen Raum des Kolbens ein Rohr, welches durch den Boden geht und die comprimirte Luft in das Blaserohr führt. Dieses Gebläse lässt einen schnellen Kolbenlauf zu.

Stopfbüchse.

3) Die Stopfbüchse, zur luftdichten Aufnahme der Kolbenstange bestimmt und entweder an den Deckel angegossen oder an die Oeffnung in demselben angeschroben. Die Stopfbüchse *a* (Taf. XIV. Fig. 350) nimmt in ihrer cylindrischen Oeffnung ein mit Fett getränktes Hanfgeflecht *b* auf, welches mittelst Schrauben *c* im Stopfbüchsendeckel *e* durch den Cylinder *d* zusammen und gegen die Kolbenstange *f* gepresst wird. Damit die Kolbenstange an der engsten Stelle der Stopfbüchse nicht am harten Roheisen anstreicht und dadurch leidet, so füttert man diese Stelle mit Messingringen *g* aus.

Eine andere Dichtung nach Art der hydraulischen Pressen besteht in doppelten ledernen Ringkappen mit dazwischen gesprengten Metallringen, welche man, sowie auch die vorige, während des Ganges in Fett erhält. Zu diesem Zweck wird bei stehenden Gebläsen die Stopfbüchse nach oben trichterförmig erweitert und in der Erweiterung Schmiere erhalten. Dabei muss die Stopfbüchse so dicht angezogen sein, dass die Schmiere nicht auf den Kolben tröpfelt und dessen Liederung verdirbt. Man umgeht dieses durch Anwendung eines trocknen Liederungsmittels, Hanfs, Tuchs oder Leders mit Graphit geschmiert.

Geradführung der Kolbenstange.

Bei stehenden Cylindergebläsen müssen Einrichtungen getroffen werden, dass die Bewegung der Kolbenstange in der Stopfbüchse eine möglichst vertikale wird. Bei Balancierbewegung (Taf. XIV. Fig. 354) wird die Bewegung am

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 175.

besten durch einen Gegenlenker oder ein WATT'sches Parallelogramm bewirkt, weniger gut durch ein Zahnsegment am Ende des Balanciers, welches in das verzahnte und an eine Frictionsrolle gelehnte Ende der Kolbenstange eingreift. Bei Abwesenheit eines Balanciers erreicht man die Geradführung am zweckmässigsten durch Gleitstangen oder Rahmen mit oder ohne Frictionsrollen (Taf. XIV. Fig. 355; XVI. Fig. 369), weniger gut durch ein Planetenrad (Gebläse zur Königshütte am Harze). Bei direct wirkenden Dampfmaschinen, wenn Gebläse- und Dampfkolben sich an einer Kolbenstange befinden, so wie bei den Wacklern (S. 591, Taf. XIV. Fig. 357) richtet sich die Kolbenstange von selbst, wird in ersterem Falle aber auch wohl durch einen EVANS'schen Balancier geleitet (Taf. XIV. Fig. 362). Bei horizontalen Gebläsen wird die Kolbenstange über den Cylinder hinaus verlängert und vor und hinter demselben unterstützt und auf Schlitten geführt (Taf. XIV. Fig. 365; Taf. XV. Fig. 371, 372).

Kolben

C. Der Kolben besteht aus einer $^1/_2$—1 Z. starken gusseisernen Scheibe, welche in der Mitte eine 5—6 Z. starke Nabe oder Hülse mit einem konischen Loche hat. Dieses ist genau ausgedreht und nimmt das konische Ende der Kolbenstange auf, welches entweder durch eine aufgeschraubte Platte oder durch Keile oder Bolzen darin festgehalten wird. Bei horizontalen Gebläsecylindern macht man die Kolbenstange wohl hohl, um die Reibung am untern Theil des Kolbens möglichst zu verringern (VÖLCKNER's [1]) Kolben). Von der Nabe laufen Verstärkungsrippen radial aus, welche mit einem aufgeschrobenen oder angegossenem Kranze nahe am Rande des Kolbens verbunden sind. Hinter dem Kranze bleibt Raum für die Liederung.

Zur Vermeidung des schädlichen Raumes wird der Kolben mit einem Blechdeckel und der Cylinderboden mit einer Vertiefung versehen, in welche der am Kolben vorspringende Theil der Kolbenstange eintritt.

Grössere Kolben lässt man wohl, um sie recht leicht zu machen, aus linsenförmigen Schaalen von Kesselblech

1) DINGL. Bd. 152. S. 161.

bestehen, welche mitten an einem gusseisernen, die Kolbenstange aufnehmenden Stern befestigt sind (VÖLCKNER's neueste Construction).

Liederungsmethoden.

Man unterscheidet hauptsächlich folgende Arten der Liederung des Kolbens:

Stulpliederung.

1) Lederstulpliederung[1]) (Taf. XIV. Fig. 351). Der Kolbenkörper K hat am Umfange oben und unten eine rinnenförmige Vertiefung a, in welcher die beiden Lederstulpe b mittelst hölzerner oder eiserner Ringe durch Schrauben c befestigt werden. In der Mitte des äussersten Randes befindet sich wohl noch eine halbrunde Vertiefung, in welche ein graphitirtes Hanf- oder Rosshaarseil d eingelegt wird, um zu verhüten, dass die eiserne Kolbenplatte an die Cylinderwand e gleitet, wenn die Lederstulpe abgenutzt sein sollten. Die Lederstulpe ragen 1—2 Z. über den Kolbenrand hinaus und werden von der comprimirten Luft an den Cylinder angedrückt. Diese Liederungsart ist eine der gebräuchlichsten, besitzt aber bei grösseren Kolbengeschwindigkeiten nicht die erforderliche Dauer.

Liederung mit Pressringen.

2) Liederungskränze mit Pressringen. Diese Vorrichtungen bestehen darin, dass man Hanfseile[2]), Leder[3]), Eichenholzstücke mit durch Wolle elastisch gemachtem Leder überzogen[4]), oder am besten Liederungskränze von Leinwand oder Segeltuch aus Hanf auf die Peripherie des Kolbens legt und durch Pressung von oben zusammendrückt.[5]) Dieses Gewebe wird nach VÖLCKNER auf die Weise zubereitet, dass man dasselbe ausspannt, auf beiden Seiten mit Leimwasser oder mit mit Stärkemehl angerührtem, fein geschlämmten Graphit bestreicht, dasselbe mit Hülfe von Schablonen in Ringstücke von 1½—2 F. Länge und 1—2 Z. Breite schneidet, die Streifen noch mit Graphit oder pulverisirtem Speckstein einreibt und daraus auf dem Kolbenrand einen 2—4 Z. hohen, zusammengenähten Liederungskranz bildet, welcher

1) TUNNER c. l. S. 218. WEISBACH c. l. S. 1021.
2) TUNNER c. l. S. 218.
3) HARTMANN, Fortschr. d. Eisenhüttengewerbes 1858. S. 64.
4) PLATTNER's Vorlesungen, herausgegeben von TH. RICHTER. 1860. 1. Bd. S. 239.
5) WEISBACH. c. l. Bd. III. S. 1021.

dann mittelst der Pressringe auf $^3/_4$ seiner Höhe zusammengedrückt wird, worauf man denselben gehörig beschneidet und abfeilt oder abdreht.

Besondere Vortheile gewährt die Segeltuchliederung bei Anwendung der Kolbeneinrichtung von VÖLCKNER[1]), welche den meisten neueren Constructionen zum Grunde liegt, z. B. bei einem Gebläse zur Georg Marienhütte bei Osnabrück (S. 590) und zur Clausthaler Silberhütte (S. 590). Diese Liederung eignet sich besonders für liegende Gebläsecylinder, bei welchen das bei stehenden Cylindern übliche Schmieren mittelst in dieselben geworfenen Graphits Uebelstände herbeiführt.

VÖLCKNER's ältere Liederungsmethode.

Beim VÖLCKNER'schen Kolben (Taf. XIV. Fig. 352, 353) sind auf den prismatischen Kanten des aufrechten Ringes vom Kolbenkörper *A* zwei Ringe *B* mittelst Schrauben befestigt. Hinter der von oben nicht zusammendrückbaren Segeltuchliederung *C* liegt ein aus drei bis vier über einander greifenden Stücken gebildeter federnder Ring von Bandeisen, gegen welchen Excentriks *m* wirken, wenn sie von *n* aus gedreht werden. Sie stehen mit ihren Zapfen in der ringförmigen Wand des Kolbenkörpers und in den Deckeln *B* und werden oberhalb der letzteren mit Sperrrädern *p* und Sperrkegeln *q* genau gestellt. *D* Blechdeckel, welche zur Vermeidung von schädlichem Raum luftdicht auf den Kolben aufgeschroben oder aufgekittet werden.

Bei einem Theile der Cylinder zur Clausthaler Silberhütte (S. 590) beim Gebläse zu Kladno (S. 590) etc. hat man die Liederung dadurch noch vereinfacht, dass man die Excentriks ganz weglässt und direct Schrauben durch den Kranz *K* hindurch gegen den Bandeisenring treibt.

Bei den erwähnten Liederungsmethoden muss, wenn die Liederung nachgestellt werden soll, ein Mannloch geöffnet oder ein Ventil beseitigt werden, durch welches der Arbeiter in den Cylinder steigt, eine schwierige und Zeitverlust herbeiführende Arbeit. VÖLCKNER[2]) hat diesen Uebelstand bei

VÖLCKNER's neuere Liederungsmethode.

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 134. DINGL. Bd. 131. S. 81. Polyt. Centr. 1854. S. 528. KERL, Oberharz. Hüttenproz. 1860. Taf. VII, Fig. 121, 122. B. u. h. Ztg. 1859. S. 455.

2) DINGL. Bd. 152. S. 161. HARTMANN, Fortschr. d. metallurg.

einer neueren Kolbenconstruction beseitigt, indem durch ein verschliessbares Loch im Cylinderdeckel ein Getriebe in Bewegung gesetzt werden kann, durch welches Federn gegen die Segeltuchliederung gedrückt werden. Der Kolben hat zwei convex gebogene Blechwände (Deckel und Boden), wodurch bei der linsenförmigen Gestalt grosse Leichtigkeit, eine Hauptbedingung für horizontale Cylinder, bei grosser Stabilität erreicht wird.

Oscillirende Gebläse [illegible] n eine sehr feste Liederung, gewöhnlich eine Hanfs [illegible] ng erhalten, weil der Kolben mit grosser Kraft na [illegible] Seite gedrückt wird. Eine Stulpliederung würde z [illegible] Widerstand leisten.

Metallliederung.

3) Kolben mit M [illegible] derung.[1]) Dieselbe hat z. B. bei einem stehenden Cyli [illegible] läse zur Altenauer Hütte[2]) auf dem Oberharze [illegible] ung, dass auf den Rand des Kolbens drei, etwa 1 Z [illegible] genau abgedrehte gusseiserne Ringe gelegt sind, welche [illegible] einer Stelle einen keilartigen Ausschnitt haben. Durch Einstecken von eisernen Keilen, hinter denen starke Federn liegen, in die Ausschnitte werden die Ringe gegen die Cylinderwände getrieben und dadurch die Abliederung erreicht. Im Uebrigen hat der Kolben die Einrichtung des älteren Völckner'schen (S. 599). Das Schmieren der Metallliederungen geschieht auf die Weise, dass man durch eine Brause Oel mittelst einer Handpumpe in den Cylinder einspritzt. Bei allen andern Liederungen vermeidet man Oel und bläst statt dessen von Zeit zu Zeit Graphitstaub in die Cylinder oder lässt denselben, indem man ihn auf einer Unterlage vor die Saugöffnungen bringt, einsaugen.

Pneumatische Liederung.

4) Kolben mit pneumatischer Liederung.[3]) Es tritt dabei comprimirte Gebläseluft hinter den ledernen Lie-

---

Hüttengewerbes 3. Bd. S. 74. 1860. Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1022.

1) Polyt. Centr. 1860. S. 220. Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1024. Blass, zur Theorie der metallnen Kolbenliederungsringe in: Ztschr. d. Hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver. IV, 458.

2) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 352.

3) Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1023.

derungswulst, welcher am Umfange des Kolbens angebracht ist, ähnlich, wie bei Kastengebläsen (S. 585).

Einrichtung von Gebläsecylinder

Fig. 348 auf Taf. XIV stellt einen Cylinder mit an den Deckel angegossenen Ventilhälsen dar. *a* Cylinder. *b* Deckel. *c* Boden. *d* und *f* Saugventilkästen. *e* und *g* Druckventilkästen. *h* Kolbenstange. *i* Stopfbüchse. *k* Kolben. *l* Windsammelrohr. *m* und *n* Ausströmungsventile des nebenstehenden zweiten Cylinders. *o* Windleitungsröhre.

Taf. XIV. Fig. 349 gibt die Zeichnung eines Cylinders von einem neuausgeführten Gebläse zu Seraing.[1]) *A* Cylinder von 1,83 Met. Durchmesser und 2,727 Met. Höhe. *B* Kolben. *C* Kolbenstange, 0,121 Met. dick. *D* angeschrobene Kästen mit den paarweise eingeschlossenen Saugventilen *a*. *E* Auslassventile. *F* Windsammelkasten. *G* Stopfbüchse. Die Ventile bestehen aus Leder oder Kautschuk, sind auf beiden Seiten mit Blechplatten bedeckt und auf rahmenförmigen Ventilsitzen befestigt, welche 60 -- 70° Neigung haben. Die gewählte Einrichtung des Ventilkastens veranlasst keinen grossen schädlichen Raum.

Gebläsemotor.

D. Der Motor. Die Bewegung der Cylindergebläse kann, je nach Localumständen, durch verschiedene Motoren geschehen. Man unterscheidet in dieser Beziehung:

Wasserradgebläse.

1) Wasserradgebläse, und zwar:

Indir. wirk. Gebläse.

a) Gebläse mit indirecter Wirkung.

Stehende Cylindergebläse. Balanciergebläse.

α) Gebläse mit stehenden Cylindern. Hierher gehören die Gebläse der älteren Einrichtung mit Balancier (Taf. XIV. Fig. 354), wobei auf der Wasserradwelle ein grösseres Stirnrad aufsitzt, welches in ein kleines Vorlegerad der Kurbelwelle eingreift. Auf letzterer sitzen eine gleiche Anzahl Kurbelscheiben, gleichmässig vertheilt, welche jede mittelst eines Bläuels einen Balancier an dem einen Ende auf und nieder bewegt, während am andern Ende desselben die durch einen Gegenlenker geradgeführte Kolbenstange gehoben und gesenkt wird.

Derartige Vorrichtungen gewähren zwar eine grosse

1) Hartmann, Berg- u. hüttenm. Atlas. 1860. S. 188. Taf. XV. Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1011.

Dauer, nehmen aber viel Raum ein und veranlassen viel Friction. Es befinden sich solche Gebläse z. B. auf den Oberharzer Eisenhütten, zur Okerhütte am Unterharze[1]), zu Vordernberg, auf Radwerk Stadt Leoben, Hieflau[2]) etc.

Getriebegebläse.

Vor einer durch die Wasserradwelle bewegten Betriebsaxe stehen mehrere Cylinder in einer Reihe. Getriebe auf der Betriebsaxe setzen unter den Cylindern liegende Kurbelwellen in Umtrieb, von deren Kurbelscheiben Bläuelstangen auf und nieder bewegt werden. Je zwei zu einem Cylinder gehörige Bläuelstangen sind an ihrem oberen Ende durch ein Querhaupt vereinigt, welches in Leitschienen geführt wird und die Kolbenstange hält.[3])

Bei neueren Constructionen für Gebläse mit indirecter Wirkung, wie sie z. B. auf Altenauer[4]) und Lautenthaler Silberhütte am Oberharze, sowie auf Julius- und Sophienhütte am Unterharze[5]) ausgeführt worden (Taf. XV. Fig. 369, 370), sind drei Cylinder, was zu grosser Raumersparung führt, im Kreise zusammengestellt, und die Bewegung wird von einem Stirnrade auf der Wasserradwelle mit Vorlegerad und Winkelrädern auf Kurbelscheiben übertragen. An den Warzen der letzteren befestigt, erhebt sich zu jeder Seite eines Cylinders eine Kurbelstange. Oberhalb desselben werden je zwei zusammengehörige Kurbelstangen durch ein Schulterstück vereinigt und an diesem ist die Kolbenstange befestigt, deren Geradführung durch Leitschienen bewirkt wird. Eine ähnliche Einrichtung hat das Rebenburgsche und Lilienthaler Gebläse in Steyermark mit 2 Cylindern.

Horizontale Gebläse.

β) Gebläse mit liegenden Cylindern. Während für derartige Gebläse als vortheilhaftester Motor eine direct wirkende Dampfmaschine angewandt wird, so können doch Localumstände zur Wahl eines Wasserrades zwingen, z. B.

1) Kerl, Rammelsb. Hüttenprozesse. 1861. S. 9. — Sonstige Beispiele: Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV. Taf. 14 u. 15. S. 56.
2) Kraus, österr. Jahrb. 1855. S. 135.
3) Weniger, pract. Schmelzmeister. 1859. Taf. 44—46.
4) Kerl, Oberharzer Hüttenprozesse. 1860. S. 351.
5) Kerl, Rammelsberg. Hüttenpr. 1861. S. 3 (Nachtrag).

auf Clausthaler Silberhütte[1]) (S. 590) auf dem Oberharze (Taf. XV. Fig. 371—373). Durch ein Stirnrad auf der Wasserradwelle wird die Bewegung auf Kurbelwellen übertragen, welche mit Kurbelscheiben und Kurbelstangen verbunden sind. Das Ende jeder Kurbelstange ist mittelst Drehbolzens an einem Schulterstücke beweglich gemacht, in welchem auch die Kolbenstange festgekeilt ist. Letzterer wird dadurch eine horizontale Leitung gegeben, dass das Schulterstück an beiden Enden auf einem mit Oel versehenen Schlitten hin und her gleitet. Hinter dem Cylinder befindet sich eine ähnliche Vorrichtung an der verlängerten Kolbenstange zur Horizontalführung. Bei einem derartigen Gebläse zur Fürst Schwarzenbergschen Hütte in Steyermark sind die mittelst Wasserrad und Vorgelege bewegten Bläuelstangen mittelst Kreuzköpfen mit den Kolbenstangen verbunden und die Geradführung geschieht ebenfalls durch Schlitten.

Direct wirk. Gebläse.

b) Gebläse mit directer Wirkung. Bei den hierher gehörigen, einfachern Constructionen für stehende Cylinder (Taf. XIV. Fig. 355, 356) liegt die Wasserradwelle unter den Cylindern. An den Enden der ersteren befinden sich Krummzapfen, welche Kurbelstangen auf und nieder bewegen. Diese greifen an ihren Enden in Querhäupter der Kolbenstangen ein, welche mittelst einer Leitung, sowie auch dadurch gerade geführt werden, dass die Kolbenstange durch eine Stopfbüchse im Deckel des Cylinders geht. Derartige Gebläse erfordern weniger Raum und Betriebskraft und sind billiger, als Balanciergebläse; sie sind z. B. ausgeführt in Steyermark[2]), auf Kreuzburger Hütte[3]) in Oberschlesien, zu Theissholz[4]), zu Pontgibaud[5]) u. a.

Hierher gehören auch die Wackler (S. 591, Taf. XIV. Fig. 357—359), bei denen die Kolbenstange mit der Bläuelstange verbunden ist und ausser durch die Stopfbüchse noch

1) Kerl, Oberharzer Hüttenprozesse. 1860. S. 354. Taf. VII.
2) Tunner c. l. Bd. 3. S. 220.
3) Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1095.
4) Rittinger's Erfahrungen. 1855. S. 37.
5) Rivot et Zeppenfeld, Gîtes metallifères etc. de Pontgibaud. 1851. p. 159.

durch einen auf dem Cylinder befestigten Bügel läuft. Bei Bewegung der Kurbel oscillirt der Cylinder, und die Kolbenstange bleibt in der Cylinderaxe. Ein von dem Windsammelkasten abgehendes Rohr ist mittelst eines Lederschlauches mit der Windleitungsröhre verbunden. Derartige Gebläse, obgleich einfach und wohlfeil herzustellen, gestatten nur, wenn sich das Gebläse nicht zu schnell abnutzen soll, eine geringe Kolbengeschwindigkeit und sind deshalb für nicht allzugrosse Windmengen zu benutzen. Wollte man sie grösser machen, so ginge der Vortheil der Wohlfeilheit verloren.

Dampfgebläse.

2) Dampfgebläse. Bei Anwendung von Dampfmaschinen ist man den Unfällen weniger ausgesetzt, welche bei Wasserrädern eintreten können, und ihre Unterhaltungskosten fallen um so geringer aus, je mehr man sich zum Heizen der Kessel statt fester Brennmaterialien [1]) der Gichtgase [2]) (S. 307) bedient. Zuweilen combinirt man Dampfmaschinen und Wasserräder [3]) als Motoren der Gebläse (Eisenhütten zu Lerbach und Ilsenburg am Harze, Radwerk Sessler in Steyermark u. a.).

Früher wurden die Gebläse mit Niederdruckdämpfen und Condensation betrieben, während man in neuerer Zeit viel Hochdruckmaschinen ohne Condensation, aber häufig mit Expansion construirt und dadurch bei einfacherer Einrichtung weniger Reparaturen und Betriebstörungen hat, auch bei Ersparung an Brennmaterial stärker comprimirte Luft erzeugt. Man kann dieselben mit grösserer Geschwindigkeit gehen lassen und sie bei gegebener Kraft und Geschwindigkeit wohlfeiler herstellen. [4]) Es lassen sich die Dampfgebläse, wie die Wasserradgebläse, eintheilen in:

Indirect wirk. Gebläse.

a) Gebläse mit indirecter Wirkung, wobei die bewegende Kraft von der Dampfmaschine durch Getriebe oder Balanciers auf den Gebläsekolben übertragen wird.

---

1) Beurtheilung der Leistung der Gebläse nach dem verbrauchten Brennmaterial bei englischen Gebläsen: B. u. h. Ztg. 1855. S. 391.
2) Hartm., Fortschr. d. metallurg. Hüttengewerbes. 3. Bd. S. 50.
3) Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV. S. 59. Taf. XV. Fig. 3 u. 4.
4) Truran in: B. u. h. Ztg. 1855. S. 382. v. Hoff, B. u. h. Ztg. 1856. S. 320.

In ersterem Falle bewegt z. B. die Kolbenstange einer Dampfmaschine eine Kurbel und ein an deren Welle sitzendes Zahnrad, welches wieder in ein Getriebe eingreift, von dessen Welle aus mittelst Kurbelmechanismus die vertikal stehende Gebläsekolbenstange bewegt wird. Die erstere Kurbelwelle ist mit einem Schwungrade versehen. Nach einem ähnlichen Princip ist z. B. NEILSON's Maschine[1]) in Glasgow construirt, welche wenig Raum einnimmt und den Vortheil gewährt, dass bei mässiger Geschwindigkeit des Gebläsekolbens dem Dampfkolben bei kleineren Dampfleitungen eine grössere Geschwindigkeit leicht ertheilt werden kann.

Bei den Balanciergebläsen (WATT'sche Gebläse) bewegt die Kolbenstange einer stehenden Dampfmaschine das eine Ende eines gleicharmigen Balanciers, während das andere Ende, wie bei den Wasserradgebläsen (S. 601), die Kolbenstange des Gebläses in Bewegung setzt. Die Kolbenstange wird mittelst des WATT'schen Parallelogramms, einer mit wenig Abnutzung und Reparatur verbundenen Vorrichtung, oder eines einfachen Gegenlenkers geradegeführt. In einiger Entfernung vom Angriffspuncte der Dampfkolbenstange kann den Arm des Balanciers eine Kurbelstange ergreifen, welche mittelst Kurbel ein an deren Welle befestigtes Schwungrad treibt, um die Bewegung möglichst stetig und gleichmässig zu machen. Zeichnen sich gleich derartige Constructionen mit Balancier durch grosse Sicherheit und Dauerhaftigkeit aus, so wendet man sie doch in neuerer Zeit nur noch wenig an, sondern wählt einfachere, weniger Raum einnehmende, wohlfeilere und effectreichere Maschinen. Doch kommen sie immer noch bei Cylindern von grossen Dimensionen vor, z. B. zur Lauraeisenhütte[2]) in Oberschlesien, auf englischen und schottischen Eisenhütten[3]) (auf

---

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 75.

2) HARTMANN, Handb. d. Dampfmaschinenbaues. 1852. Bd. 2. S. 60. — Dessen Bergbau- u. Hüttenkde. 1858. S. 925. WEISBACH c. l. Bd. 3. S. 1097.

3) v. CARNALL, preuss. Ztschr. 1855. Bd. III. Lief. I. p. 104. OVERMANN, a treatise on metallurgy. New York 1852. p. 400. B. u. h. Ztg. 1855. S. 391.

Dowlaishütte[1]) hat man z. B. Cylinder von 144 Z. Weite bei 12 Fuss Kolbenzug mit 40 Fuss langem und 44 Tonnen schwerem Balancier), auf **französischen Hütten.**[2])

Dir. wirk. Gebläse.

b) **Gebläse mit directer Wirkung**, wobei die Dampfkraft direct auf den Gebläsekolben übertragen wird und wobei Cylindergebläse und Dampfmaschinen bei derselben Geschwindigkeit ohne Nachthei[illegible]eich vortheilhaft wirken. Derartige Maschinen, in neuere[illegible]eit am häufigsten angewandt, sind der Abnutzung durc[illegible]eibung weniger unterworfen, wohlfeiler, weniger um[illegible]h etc., als die indirect wirkenden. Gewöhnlich verbi[illegible]n die ganze Gebläsemaschine zur Erzielung eines [illegible]ssigen Ganges bei Krummzapfenmechanismus mit [illegible] Schwungrade[3]) oder statt dessen, jedoch weniger [illegible]it elastischen Federn.[4]) Die Maschinen ohne Schwun[illegible]rbrauchen viel Brennmaterial, zumal wenn sie mit Ho[illegible]kdämpfen ohne Condensation arbeiten, und erleiden starke Erschütterungen.

Stehende Gebläse.

α) Bei **stehenden Gebläsen mit Klappenventilen** befinden sich die Cylinder von Gebläse und Dampfmaschine übereinander, so dass, erstere zu oberst, beide eine gemeinschaftliche Kolbenstange haben.

Stehende Klappengebläse ohne Balancier.

Dabei ist entweder ein Balancier in Anwendung gebracht oder nicht. **Gebläse ohne Balancier** (Taf. XIV. Fig. 360, 361) wählt man, wenn es nach horizontaler Richtung hin an Raum zur Aufstellung fehlt und eine gedrängte vertikal aufgebaute Constructionsform geboten wird. Zur Vermeidung nachtheiliger Schwingungen muss das Gebläse mittelst eines kräftigen Gerüstes befestigt werden. Die in eine senkrechte Linie fallenden Kolbenstangen sind in einem Schulterstück oder Querhaupt vereinigt, welches an seinen Enden eine Coulissenführung und Bläuelstangen hat. Diese

---

1) B. u. h. Ztg. 1858. No. 36.; 1859. S. 328.

2) Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV. S. 32. Taf. 16. u. 17.

3) Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1109. Kayser, Bemerkungen über Schwungräder: Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingenieure III, 196. Hartmann, Berg- u. hüttenm. Atlas. 1860. S. 540. Taf. 37.

4) Karmarsch u. Heeren's Wörterbuch der Gewerbskunde, Artikel „Gebläse" S. 58. — Armengaud, Publication Industrielle T. VIII, p. 231. Pl. 16.

setzen mittelst Kurbeln eine Welle in Umtrieb, welche mit einem Schwungrade versehen ist. (Gebläse aus der Fabrik von RÖHRIG und Sohn in Magdeburg[1]), Gebläse zu Seraing[2]), auf englischen Hütten[3]), auf belgischen Hütten[4]), zu Rohnitz[5]), letzterem Gebläse ähnlich auf Radwerk Sessler in Steyermark, Gebläse mit Knaggensteuerung zu Prevali und Reschitza.

Stehende Klappengebläse mit Balancier.

Gebläse mit Balancier (EVANS'sches System) werden, wo es der Raum gestattet, häufiger angewandt, weil sie eine stärkere Construction zulassen. Der Balancier, welcher seinen Drehpunct nicht in der Mitte, sondern in $1/3$ der Länge hat, ist mit der gemeinschaftlichen Kolbenstange an seinem einen Ende verbunden, während sich am anderen Ende eine Bläuelstange befindet, welche mittelst einer Kurbel ein Schwungrad bewegt. Letzteres soll die Bewegung reguliren und das Gewicht des Balanciers, der Stangen und der Kolben ausgleichen. Mittelst eines am Balancier und am Gerüst befestigten Gegenlenkers wird die Gradführung des Kolbens erreicht. Obgleich einfacher, als die WATT'schen, sind die EVANS'schen Gebläse doch complicirter, als die horizontalen.[6]) (Gebläse zu Seraing[7]), auf der Braunschweigschen Hütte zu Guttentag in Oberschlesien[8]) etc.)

Auch kann man den Balancier an dem einen Ende

1) PRECHTL, technol. Encykl. Suppl. Bd. 3. S. 289.
2) VALERIUS, Stabeisenbereitung, deutsch v. HARTMANN. 1851. S. 255. — HARTMANN, Fortschritte d. metallurg. Hüttengewerbes. Bd. 1. S. 53 (Maschine mit Expansion ohne Condensation); ibid. Bd. 3. S. 51 (Maschine mit Expansion und Condensation). Ders., Berg- u. hüttenm. Atlas. 1860. S. 188. Taf. 12—15; S. 510. Taf. 30—32.
3) B u. h. Ztg. 1855. S. 391.
4) HARTMANN, Fortschr. d. Eisenhüttengewerbes. 1858. S. 53.
5) Bericht über die erste allgem. Versamml. d. Berg- u. Hüttenmänner in Wien. 1859. S. 128. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 287.
6) HARTMANN, Fortschr. d. metallurg. Hüttengew. Bd. 3. S. 52, 56.
7) VALERIUS, Roheisenfabrik., deutsch v. HARTMANN, 1851. S. 253.— WEISBACH c. l. Bd. 3. S. 1099.
8) HARTMANN, Fortschr. d. metallurg. Hüttengewerbes. 1860. Bd. 3. S. 49. aus der „Sammlung von Zeichnungen für die Hütte" 1858. Taf. 23 a.

pendelartig aufhängen und eine die Schwungradwelle mittelst Kurbel in Bewegung setzende Kurbelstange in etwa $1/3$ Entfernung von der Kolbenstange mit dem Balancier verbinden (Gebläse auf einem hannov. Hüttenwerke von der Friedrich Wilhelmshütte[1]), Taf. XIV. Fig. 362.

ıhende .eberge- ..läse.

Bei stehenden Gebläsen mit Schieberventilen liegt der Dampfcylinder bald oben (SCHMIDT'sches Gebläse S. 594, Taf. XIV. Fig. [illegible] d unten (Gebläse von SLATE S. 594). Die Kolbenstang [illegible] selben steht mit einem Querarm in Verbindung, an w [illegible] zwei Kolbenstangen, welche zu einem Gebläsekolbe [illegible] en, befestigt sind. An den Querarm sind Kurbelsta [illegible] geschlossen, welche eine mit Schwungrädern versehe [illegible] e in Bewegung setzen, von welcher aus durch Excen [illegible] die Schieber an Gebläse und Dampfmaschine bewegt [illegible]. Beim SCHMIDT'schen Gebläse geht die Kolbensta [illegible] Dampfcylinders nach oben, beim SLATE'schen nach unten, wodurch, ohne Aenderung des Systems, die Construction beider, namentlich hinsichtlich der Bewegung der Schwungräder, etwas abweicht. An beiden Gebläsen umgibt der Schieber in Gestalt eines Cylinders den Gebläsecylinder concentrisch, und an dessen Umkreis sind oben und unten Oeffnungen zum Einsaugen und Ausblasen des Windes angebracht.

Horizontale Gebläse.

β) Horizontale Cylindergebläse (S. 588) werden meistens durch liegende Dampfmaschinen getrieben, wobei Dampf- und Gebläsekolben an einer Kolbenstange befestigt sind. Derartige Gebläse sind ungemein einfach, nehmen sehr wenig Raum nach der Höhe ein und haben überall die S. 589 aufgeführten Vortheile.

Ioriz. Klappengebläse.

Bei Klappen-Ventilgebläsen (S. 592) unterscheidet man zwei Systeme, von denen das eine ohne Schwungrad (das CADIAT'sche Gebläse[2])), das andere mit Schwungrad arbeitet (das Gebläse von THOMAS und LAURENS[3])).

:ADIAT'sches ystem ohne Schwungrad.

Beim CADIAT'schen Gebläse, welches z. B. auf der Hütte zu Decazeville mit Hochdruckdämpfen in Anwen-

1) PRECHTL, techn. Encykl. Suppl. Bd. 3. S. 287.
2) VALERIUS, Roheisenfabrik., deutsch v. HARTMANN. Suppl. 1853. S. 56. B. u. h. Ztg. 1853. S. 305. DINGL. Bd. 131. S. 81.
3) VALERIUS c. l. S. 63.

dung steht, bewirken an der Kolbenstange angebrachte Knaggen einen Wechsel des Schieberventils am Dampfcylinder, so dass der Dampf abwechselnd rechts und links einströmen kann. Stossfedern an den Enden und ausserhalb des Apparates können dazu dienen, die Wirkung der Stösse zu schwächen, wenn der Kolbenlauf, durch plötzliche Verminderung des Widerstandes, über die Grenze hinaus zu gehen geneigt sein sollte. Zur Erhaltung eines regelmässigen Ganges müssen diese Gebläse sorgfältig gewartet werden.

System v. THOMAS u. LAURENS Schwungrädern.

Bei dem Systeme von THOMAS und LAURENS wird der Kolbenlauf in beiden Cylindern durch den Halbmesser der Kurbel begrenzt, welche, zwischen dem Trieb- und Gebläsekolben angebracht, die Bewegung auf die Schwungradwelle überträgt.

Bei einem derartigen Gebläse zur Georg Marienhütte[1]) bei Osnabrück (Taf. XIV. Fig. 365, 366) befindet sich das Schwungrad am Ende des ganzen Apparates, indem dessen Welle mittelst Kurbel und Kurbelstange mit dem Ende der aus dem Dampfcylinder hervorragenden Kolbenstange verbunden ist.

Aehnlich construirt sind Gebläse zu Hörde[2]), zu Vordernberg, zu Kladno[3]) (mit 1 Cylinder von grossen Dimensionen).

Horiz. Schiebergebläse.

Bei den Schiebergebläsen liegen entweder Dampf- und Gebläsekolben an einer Axe, an deren Ende hinter dem Dampfcylinder eine Kurbelstange eine Schwungradwelle in Umtrieb setzt, von welcher aus sowohl die Dampfschieber, als auch die in einem Vertheilungskasten am Cylinder liegenden Gebläseschieber bewegt werden (CAVÉ'sches Gebläse S. 594, Taf. XIV. Fig. 368); oder die Kolbenstangen der Dampfmaschine und des Gebläses werden durch eine Gabel verbunden, die die Schwungradwelle umschliesst, von welcher aus durch Excentriks die Dampfschieber, Luft- und Warmwasserpumpen und die am Cylindermantel ganz offen liegenden und durch Federn angedrückten Windschieber zu

1) PRECHTL, technol. Encykl. Suppl. Bd. 3. S. 290.
2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 321.
3) RITTINGER's Erfahrungen. 1854. S. 21.

bewegen sind (Gebläse von THOMAS und LAURENS S. 594). Letztere Einrichtung ist weniger zweckmässig angeordnet, als erstere, indem die äussern beweglichen Theile nicht so gut gegen Beschädigungen und Schmutz gesichert sind. Das Gebläse von DEROSNE und CAIL (S. 594) hat zum Unterschiede von dem LAURENS'schen die Schwungradwelle mit dem Ende der Dampfkolbenstange verbunden. Bei den FARCOT'schen Maschinen (S. 594) bewegt die Dampfkolbenstange die Kolbenstange des Gebläses mittelst eines senkrechten Balanciers und einer Lenkstange. Die Schieber sind rahmenförmig und erhalten eine geradlinig wiederkehrende Bewegung.

JOLLY und ROBERT [1]) vermeiden die complicirte Bewegung der Schieber dadurch, dass sie den horizontalen Gebläsecylinder schwingen lassen.

Turbinengebläse.

3) Turbinengebläse. [2]) Am Ende der vertikalen Turbinenwelle befindet sich ein konisches Zahnrad, welches in ein grösseres konisches Zahnrad mit horizontaler Welle eingreift. Von dieser aus wird mittelst Krummzapfens und Kurbelstange die Kolbenstange des darüber stehenden Cylinders bewegt.

Wassersäulengebläse.

4) Wassersäulengebläse. [3]) Zu Diosgyör hat sich bei dem vorhandenen bedeutenden Gefälle von allen Motoren eine Wassersäulenmaschine mit directer Wirkung als der zweckmässigste herausgestellt.

Beispiele.

Beispiele für die verschiedene Construction von Cylindergebläsen.

Indir. wirk. Wasserradgebläse.

I. Wasserradgebläse.

A. Gebläse mit indirecter Wirkung.

Stehendes Balanciergebläse.

1) Stehendes Gebläse mit Balancier auf Oberharzer Eisenhütten (Taf. XIV. Fig. 354). *a* Cylinder, an dessen Deckel *b* und Boden *c* sich je 2 Hälse *d*, *e*, *f* und *g* befinden; in *d* und *f* liegen die Einsaugeventile, in

1) HARTM., Fortschr. d. metallurg. Hüttengewerbes. 3. Bd. S. 62.
2) WEISBACH c. l. Bd. III. S. 1093. — Oesterr. Ztschr. 1853. p. 44.
3) Oest. Ztschr. 1853. S. 43. Polyt. Centr. 1853. S. 1179.

e und *g* die Ausströmungsventile. *h* Kolbenstange, welche sich luftdicht in der Stopfbüchse *i* bewegt, mit dem Kolben *k* am untern Ende, welcher an seiner Peripherie zum luftdichten Anschliessen an den Cylinder mit Liederung versehen ist. *l* Windsammelrohr mit den Ausströmungsventilen *m* und *n* des zweiten Cylinders. *o* Röhre zur Ableitung der Luft.

Die Bewegung des Cylinders geschieht auf die Weise, dass das auf der Wasserradwelle *p* befindliche Stirnrad *q* in das auf der Kurbelwelle *r* befindliche Getriebe *s* eingreift, wodurch die Kurbelscheibe *t* in umdrehende und dadurch der daran befestigte Bläuel *u* in eine auf- und niedergehende Bewegung versetzt wird. Der Bläuel bringt den Balancier *v* an dem einen Ende und dadurch das andere Ende desselben, an welchem die Kolbenstange *h* befestigt ist, in auf- und niedergehende Bewegung. Zur vertikalen Leitung der Kolbenstange ist ein WATT'sches Parallelogramm (Storchschnabel) *w* angebracht.

Stehendes Getriebegebläse.

2) Stehendes Gebläse mit Getrieben und Winkelrädern zur Altenauer Silberhütte (S. 602, Taf. XV. Fig. 369, 370). Ein Stirnrad von 5 F. 10,5 Z. Durchmesser auf der Welle des Wasserrades von 28 F. Durchmesser greift in ein kleineres Stirnrad von 3 F. 4 Z. Durchmesser ein, dessen Welle *d* am andern Ende ein eben so grosses Stirnrad *e* trägt. Letzteres versetzt das gleich grosse Stirnrad *f* in Umdrehung, an dessen Welle *d'* sich Winkelräder *g* von 5 F. 7 Z. 9,5 L. Durchmesser befinden. Diese greifen in gleich grosse Winkelräder *h* ein, auf deren Welle am andern Ende Kurbelscheiben *i* befestigt sind. An Warzen der Winkelräder *g* und *h* und der Kurbelscheiben *i* sind Bläuel- oder Kurbelstangen *k* befestigt, von denen je zwei zusammengehörige oberhalb eines Cylinders von 3,5 F. Durchmesser durch die Schulterstücke (Querarme, Querkopf, Querhaupt, Kreuzkopf) *l* verbunden sind. An letzteren sitzt die Kolbenstange *m*, welche mittelst Leitschienen *n* gerade geführt wird. *o* Schrauben zur Verbindung der Leitschienen. *p* Cylinderhälse mit Klappenventilen. *q* Windsammelbehälter. Kolbenhub 4 F. 6 Z. Der Kolben hat Metallliederung

Horizontales Gebläse.

3) Liegendes Gebläse zur Clausthaler Hütte (S. 588, Taf. XV. Fig. 371—373). Die Welle des Wasserrades von 18 Fuss Durchmesser greift in ein Stirnrad von 8 Fuss Durchmesser und dieses wieder in ein zweites Stirnrad von 3 F. 5 Z. Durchmesser ein, dessen Axe *a* die Hauptbetriebswelle für 3 Cylinder bildet. Von derselben tragen zwei Paar gleich grosse Stirnräder *b* von 3 F. 5 Z. Durchmesser die Bewegung auf die beiden darunter liegenden Kurbeln c über, von denen die eine zwei, die andere eine Kolbenstange mittelst 5 F. langer Kurbelstangen *d* bewegt. Das Ende derselben ist bei *e* mittelst eines Drehbolzens mit dem Schulterstück *f* verbunden, welches, auf mit Oel versehenen Schlitten *h* hin und her gleitend, die darin eingekeilte Kolbenstange *g* horizontal führt. Die jenseits des Cylinders verlängerte Kolbenstange endigt in einen Bock *i*, welcher ebenfalls auf einem Schlitten *k* seine Führung erhält. *s* Stopfbüchsen mit gewöhnlicher Hanfliederung. Der Kolben *K* ist nach VÖLCKNER'scher Construction (S. 599) eingerichtet und hat Segeltuchliederung. Deckel und Boden *l* (Taf. XIV. Fig. 350 a) des Cylinders enthalten in der oberen Hälfte Saugventile *m* und Druckventile *m'* von mit Blech angesteiftem Kautschuk, welche sich vor $^3/_4$ Z. hohen Oeffnungen von verschiedener Länge bewegen. Vor den Druckventilen liegen die Cylinderhälse *n*, welche mit dem Hauptwindleitungsrohr *o* in Communication sind.

Direct wirk. Wasserradgebläse.

B. Gebläse mit directer Wirkung.

Stehendes Gebläse.

1) Gebläse zu Pontgibaud (S. 603, Taf. XIV. Fig. 355, 356). *a* Wasserrad. *b* Cylinder. c Windleitung. *d* Krummzapfen. *e* Kurbelstangen. *f* Kolbenstangen. *g* Leitungen zur Geradführung, welche ausserdem durch die verlängerte Kolbenstange in der Stopfbüchse des Cylinderdeckels erreicht wird.

Oscillirendes Gebläse.

2) Gebläse mit oscillirenden Cylindern, Wackler (S. 591, Taf. XIV. Fig. 357—359). *a* Cylinder. *b* Zapfen. c Deckel. *d* Boden. *f* Sammelrohr mit Ansatzrohr, welches durch einen ledernen Schlauch mit der Hauptwindleitungsröhre verbunden ist. *g* Kurbelstange (Zugtasche). *h* Kasten für die Saugventile. *i* Kasten für die Auslass-

ventile. *k* Knieröhren. *l* Geleitebügel. *m* geschlossene Zapfenlager. *n* Stopfbüchse. *o* Kurbel. *p* Wellzapfen. *q* schmiedeeiserne Kolbenstange, an welcher der mit Hanfseilliederung versehene Kolben. *u* und *v* Schwellen. *w* Zapfenlager. *x* Säulen. *y* Querbalken. *z* Tragbalken.

II. Dampfgebläse.

A. Gebläse mit Klappenventilen (S. 592).

Dampfgebläse mit Klappenventilen

Da die indirect wirkenden Balancier- und Getriebegebläse ähnlich eingerichtet, wie die durch Wasserräder (S. 610) getriebenen, so sollen hier nur einige Constructionen von direct wirkenden Gebläsen angegeben werden.

1) Gebläse mit stehenden Cylindern.

Stehende Gebläse ohne Balancier

a) Gebläse ohne Evans'schen Balancier.

α) Neueres Gebläse aus der Maschinenfabrik von Röhrig und König in Suderburg bei Magdeburg für ein hannoversches Hüttenwerk (S. 607, Taf. XIV. Fig. 361). *D* Kolben, dessen Stange mit der Kolbenstange des Gebläses am Kreuzkopfspuncte *E* vereinigt ist. Von diesem aus wird mittelst der Bläuelstange *K* und der Kurbel *I* das Schwungrad *S* in Bewegung gesetzt, welches pro Min. 20—25 Umdrehungen macht. Die Dampfmaschine ist mit Meyer'scher variabler Expansion (linke und rechte Schraube am Absperrschieber) versehen. *B* Gebläsekolben im Gebläsecylinder *A* von 6 F. 3 Z. Durchmesser, mit 5 Fuss Hub. *p* und *p'* Saugventile, *q* und *q'* Druckventile, welche, aus zwischen Metallrahmen gelegten Kautschukplatten gebildet, durch Gegengewichte *v* zum schnellern Schliessen gebracht werden. Durchmesser des Cylinders 22 Z.

β) Gebläse zu Rohnitz (S. 607, Taf. XIV. Fig. 360). *A* Gebläsecylinder. *B* Dampfcylinder. Die Kolbenstange *a* des Dampfcylinders setzt mittelst Bläuelstange *c* eine Kurbelwelle *d* und eine Schwungradwelle *e* in Umtrieb, von welchen die Bewegung mittelst der Kurbelstangen *f* auf die Kolbenstangen *g* der Gebläsecylinder übertragen wird. Mittelst eines in Leitschienen *h* gehenden Querarmes *i* werden die Kolbenstangen gerade geführt. *k* mittelst Excentriks in Verbindung stehende Stangen zur Bewegung der Dampf-

schieber. l Schwungrad. m Ventilkasten. n Windsammelröhren. o Windleitungsröhre. p Regulator.

Stehendes Gebläse mit Balancier.

b) Gebläse mit EVANS'schem Balancier.

Gebläse auf Friedrich-Wilhelmshütte bei Sprottau in Schlesien für eine hannoversche Eisenhütte construirt (S. 608, Taf. XIV. Fig. 362—364). A Gebläsecylinder von 4 F. Durchmesser. B Gebläsekolben mit 4 F. Hub bei 20—25 Doppelspielen pro Minute. p und p' Saug-, q und q' Druckventile aus Kautschuck, welche in Fig. 363, 364 grösser gezeichnet sind und folgende Einrichtung haben: α Cylinderdeckel mit kreisförmigen Oeffnungen, in welche konisch gestaltete durchbrochene Ringe β eingesprengt werden. Gegen diese lehnt sich von unten ein cylindrischer Ansatz γ der Führungsstange $\gamma\,\delta$, welcher oben durch Anker ε und Schraube δ angezogen werden kann. Die aus vulkanisirtem Kautschuk gebildete Ventilplatte $\mu\,\mu$ wird beim Aufgehen durch eine bogenförmige Scheibe $\eta\,\eta$ begrenzt, und eine Schraube λ verhindert das Herabfallen derselben.

C Dampfcylinder von 22 Z. Kolbendurchmesser und 4 Fuss Hub mit dem Kolben D, dessen Kolbenstange mit der des Gebläses bei E mittelst Kreuzkopf verbunden ist. Zur Geradführung der Kolbenstangen dient ein EVANS'scher Balancier EG mit Gegenlenker HI. Der Balancier ist bei G an das untere Ende eines rahmenförmigen Pendels gehangen, dessen unverrückbarer Drehpunct in F liegt. Während bei der Bewegung die Puncte E und G in auf einander rechtwinkligen Linien sich bewegen, schwingt der Mittelpunct H des Balanciers in einem Kreisbogen. An dem Balancier sind noch die Lenkstange KL mit Kurbelbewegung zum Umtrieb des Schwungrades S und die Speisepumpe M befestigt. Die Dampfmaschine arbeitet mit Expansion.

Horizont. Klappengebläse.

2) Gebläse mit liegenden Cylindern.

Gebläse zur Georg-Marienhütte bei Osnabrück (S. 590, Taf. XIV. Fig. 365, 366). A Gebläsecylinder von 72 Zoll rhl. mit dem nach VÖLCKNER'schen Princip (S. 599) eingerichteten Kolben B. p und p' Saugventile, q und q' Druckventile, von 12, 13 und 14 Z. langen und 7 Z. hohen gusseisernen, rahmenförmigen und durchbrochenen Platten

gebildet, auf welchen durch Leinwandeinlagen dauerhafter gemachte rectangulaire Gummiplatten befestigt sind. Ein von einem Mantel *L* umschlossener Sammelraum *r* nimmt den ausgeblasenen Wind auf, welcher dann durch *t* nach dem Regulator strömt. Die Kolbenstange *C* von $5\frac{1}{2}$ Z. Stärke läuft durch zwei Stopfbüchsen, welche als Liederung doppelte lederne Ringkappen mit dazwischen gesprengten Metallringen haben, und ist sowohl hinter dem Cylinder auf Leitrollen *I*, als auch an der Verkuppelungsstelle *D* mit der Dampfkolbenstange sorgfältig gestützt. *E* Dampfmaschine mit $37\frac{1}{2}$ Z. Kolbendurchmesser und Ventilsteuerung, welche beliebig als veränderliche Expansion wirken kann. Die horizontal geführte Kolbenstange des Dampfcylinders ist bei *F* mit einer Bläuelstange *G* verbunden, welche mittelst Kurbel *H* das Schwungrad *S* treibt. *M* gusseisernes Rahmenwerk, auf welchem sämmtliche Theile der Maschine lagern.

Schiebe Gebläs

B. Gebläse mit Schieberventilen (S. 594).

Stehend Schiebe gebläs

1) Stehende Gebläse.

Gebläse von Schmidt zur Walterhütte in Nicolai in Oberschlesien (S. 594, Taf. XIV. Fig. 367). *a* Fundament. *d* Dampfcylinder, dessen Kolbenstange in den Querarm *e* greift und mittelst der Gebläsekolbenstangen *f* den Gebläsekolben *z* bewegt. Am Querarme *e* befinden sich noch Bläuelstangen zum Umtrieb der Schwungradwelle *i*. An letzterer sitzen Excentriks *k*, welche mittelst ihrer Schubstangen *kv* auf die Warzen *w* wirken. Diese sind durch Bügel gesteckt und mit dem Schieber *l* fest verbunden. Dieser besteht aus einem auf und nieder beweglichen Cylinder, welcher den Gebläsecylinder *c* concentrisch umgibt und aus zwei gusseisernen Ringstücken *m* und *n* und dem dazwischen genieteten Blechmantel *l* gebildet wird. Die Ringe *m* und *n* sind mit Dichtungen versehen. Der Gebläsecylinder enthält an seiner Peripherie oben und unten Oeffnungen *p* zum Einsaugen und Auslassen von Luft. Geht nun der Gebläsekolben *z* nieder, so sinkt auch der Schieber *l* unter das Niveau der oberen Oeffnungen im Cylinder und es tritt Luft durch dieselben in den Cylinder ein, während die vom Kolben comprimirte Luft durch die untern

geöffneten Löcher *p* in den Raum zwischen Cylinder *c* und Schieber *l* tritt und von da durch zwei in letzterem einander gegenüber liegende Austrittröhren *q* abgeleitet wird. Die Röhren *q* sind kreisförmig und gleiten in unbeweglichen Röhren *t* mit fester Stopfbüchse *r* auf und ab. Die Röhren *t* führen die comprimirte Luft in die Hauptwindleitungsröhre *s*. Von *w* aus wird die Excentrikbewegung mittelst Hebelwerk auf den Vertheilungsschieber im Dampfkasten *d* übertragen.

Horizont. Schiebergebläse.

2) Horizontale Schiebergebläse.

Gebläse von Cavé (S. 590, Taf. XIV. Fig. 368). *a* Dampfcylinder. *b* Gebläsecylinder. *c* die einen Dampf- und einen Gebläsecylinder verbindende Kolbenstange. *d* an den verlängerten Dampfkolbenstangen bewegliche Kurbelstangen, welche mittelst Kurbel die Welle *e* bewegen. An dieser befinden sich Schwungräder *f*, Excentriks *g* zur Bewegung der in Gehäusen *h* befindlichen Gebläseschieber mittelst der Stangen *k*, ferner Excentriks *l* zur Bewegung der Dampfschieber *m*, und *n* zur Bewegung der Luft- und Warmwasserpumpe *p*. *q* Condensator. *r* Dampfableitungsröhre. *s* Rohr zur Zuführung des Injectionswassers. *u* Rohr zur Ableitung des warmen Wassers. *w* Windleitung.

Wirkungsweise von hydraul. Gebläsen.

§. 97. Hydraulische Gebläse. Hierunter begreift man diejenigen Gebläse, bei denen Wasser entweder nur als Sperrungs- oder Liederungsmittel, oder zugleich auch als Motor dient. Die Ansammlung der comprimirten Luft findet in einem unbeweglichen oder beweglichen Windkasten statt. Derartige Gebläse lassen, mit Ausnahme der Cagniardelle, wegen der Nachgiebigkeit des Wassers gegen den Luftdruck keine hohe Windpressung zu, leiden vom Froste und geben einen feuchten Wind, welcher zuweilen auf Production und Brennmaterialverbrauch ungünstig einwirken kann. Da comprimirte Luft weit weniger Feuchtigkeit aufnimmt, als atmosphärische Luft, und mechanisch mit fortgerissene Wassertheilchen durch passende Erweiterung und Verlängerung der Windleitungsröhren beseitigt werden können, so ist der noch vorhandene Feuchtigkeitsgehalt des Windes meist nicht von Belang.

A. Gebläse mit unveränderlichem Windkasten.

Das Wasser dient bei denselben zugleich als Motor, Liederungs- und Sperrungsmittel und man erhält einen continuirlichen gleichmässigen Luftstrom.

Wassertrommelgebläse.

1) Das Wassertrommelgebläse[1]) (Taf. XV. Fig. 375). Aus einem Wasserkasten oder Gerinne *a* stürzt in die schwach konischen Röhren *c* Wasser in den nach oben luftdicht verschlossenen hölzernen oder eisernen Bottich (Trommel) *d*, schlägt auf eine hölzerne, eiserne oder steinerne Brechbank *e* oder auf einen durchlöcherten Tisch auf, zerstäubt dabei in feine Strahlen und lässt den grössten Theil seiner absorbirten Luft fahren, welche dann durch ein Rohr *f* in comprimirtem Zustande abgeleitet wird, während das Wasser in den Behälter *g* gelangt und von hier in einer gewissen Höhe abfliesst. Damit sich mechanisch fortgerissenes Wasser absetzen kann, steht die Windröhre erst vertikal und neigt sich dann. Ein Theil der so erhaltenen Luft wird durch die in der Einfallröhre bewirkte Luftverdünnung zum Einströmen in dieselbe gebracht und dann vom Wasser vor sich hergetrieben, ein anderer Theil aber — bis 2% des Wasservolumens — ist vom Wasser absorbirt und zeigt sich, nachdem er daraus entbunden, wegen seines grösseren Sauerstoffgehaltes besonders wirksam für die Verbrennung. Man befördert das Einströmen der Luft in die Einfallrohre durch Anbringung von etwa 2—3 Z. breiten und 4—6 Z. hohen schrägen Löchern *b* (Windpfeifen, Schlucklöchern) an der Röhre *c* und durch die Verengung derselben durch eine eingesetzte konische Einfallröhre *q*, welche mit der Mündung der Röhre *c* etwa gleichen Durchmesser hat. Das Grössenverhältniss beider Röhrenmündungen ist von Wichtigkeit und muss sich je nach der Höhe des Wasserstandes in *a* ändern, weshalb man zur nöthigen Verkleinerung der Oeffnung in *q* den Zapfen *z* an-

---

1) Karst., Met. III, 225. Fig. 431—439. Karst. Arch. 1 R. VIII, 303. Poggend. Bd. 80. S. 32. Bgwfd. XV, 353. Polyt. Centr. 1852. S. 33; 1854. S. 592; 1857. S. 72. Oesterr. Ztschr. 1856. No. 35. Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. 1858. Bd. 1. S. 180. Weisbach, Ing.- u. Masch.-Mechan. Bd. III. S. 1182.

bringt. Die trichterförmige Erweiterung des Einsatzstückes *q* nach oben, so wie ein niederer Wasserstand im Gefluther befördern das Einsaugen der Luft in den sogenannten Luftsack, den mit verdünnter Luft gefüllten Raum an der Mündung der Röhre *q*. Statt Löcher *b* anzubringen, kann man auch die Röhre *q* so in *c* einsetzen, dass zwischen beiden ein ringförmiger Raum zum Eintritt der Luft offen bleibt. Die Pressung der Luft in dem Bottich *d* wird um so grösser, je kleiner die Ausströmungsöffnung der mit der Leitungsröhre verbundenen Windröhre ist. Damit die comprimirte Luft nicht in der Röhre *c* zurücktritt, auch beim Niedersinken in der Röhre sich vom Wasser nicht trennt, verengt man dieselbe nach unten und verhindert auch das Entweichen der Luft durch die Abflussröhre des Wassers dadurch, dass man letztere in eine entsprechende Höhe legt. Je höher das Gefälle, desto grössere Windpressung lässt sich erzielen. Bei 18 bis 24 Fuss Höhe gibt man der Einfallröhre *c* etwa 10 Z. oberen und 8 Z. unteren Durchmesser. Bei 12 F. Höhe kann man noch eine Pressung von 2 Fuss Wassersäule hervorbringen.

Die Einfallröhren bestehen entweder in ausgebohrten Holzröhren oder hölzernen ausgepichten Lutten oder in gusseisernen Röhren von 6—10 Z. Weite und 12—24 F. Höhe. Die Trommel erhält auf je eine Einfallröhre 20—30 Cubikfuss Inhalt. Bei 15—30 Fuss Gefälle verbraucht man pr. Min. 2—3 Cbfss. Aufschlagewasser und erhält pr. Min. 1½—4 Cbfss. Luft.

Diese einfachen Gebläse lassen sich höchst wohlfeil herstellen, erfordern wenig Reparaturen, bedingen keinen Regulator und geben Pressungen von 2—3 Fuss Wassersäule, erfordern aber hohe Gefälle, leiden durch den Frost und geben einen sehr geringen Nutzeffect. Während derselbe nach D'Aubuisson, Thibaud und Tardy[1]) 10—15 %, nach Morin und Flachat etwa 10% der Wasserkraft beträgt, so fand Rittinger[2]) nur 5,9% und erhielt Pressungen bis zu 16 Lin. Quecks. Um grössere Windmengen zu erhalten,

1) Karst. Arch. 1 R. VIII, 303.
2) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 35. Polyt. Centr. 1857. S. 72.

müssen mehrere Wassertrommeln verbunden werden und ein gemeinschaftliches Windausströmungsrohr erhalten.

Man findet diese Gebläse noch sehr häufig in Gegenden, wo Eisbildung weniger zu fürchten ist und Wasserkraft nicht geschont zu werden braucht, z. B. in den Alpen, Pyrenäen, besonders viel in der Lombardei. Auf der Eisenhütte zu Lauffen am Rheinfall bei Schaffhausen versorgt ein Wassertrommelgebläse mit 8zölligen gusseisernen Einfallröhren, welche auf einem gemauerten, mit einer Eisenplatte bedeckten Bassin stehen, zwei Frischfeuer und ein Stahlfeuer und 5 Röhren den Hohofen.

Ein Wassertrommelgebläse für ein catalonisches Frischfeuer in der einfachsten Gestalt stellen die Fig. 376 und 377 auf Taf. XV. dar. *A* Wasserkasten. *B* Einfallröhre mit den Saugöffnungen *g* und dem konischen Einsatzrohr *h*. *m* konischer Zapfen zur Regulirung der Aufschlagewassermenge. *G* Wasserkasten mit der Wasserabflussöffnung *D*, der Brechbank und der Windableitung *F*, welche in die durch einen Schlauch *k* beweglich gemachte Düse *T* endigt.

Zwei gute Constructionen von solchen Gebläsen in der Lombardei und zu St. Johann am Brückl in Kärnthen hat Tunner in seiner „Stabeisen- und Stahlbereitung" Bd. I, S. 180 und 185 mitgetheilt.

Ein Apparat zur Erhitzung der Gebläseluft bei Wassertrommelgebläsen ist von Gadrat [1]) construirt.

Kettengebläse.

2) Henschel's Ketten- oder Paternostergebläse (Taf. XV. Fig. 378). Dasselbe ist ein vervollkommnetes Wassertrommelgebläse und besteht im Wesentlichen aus einem eisernen Seile ohne Ende *a*, welches über einer Scheibe *b* aufgehängt ist. An diesem Seile sind kleine eiserne Cylinder *c* befestigt, auf welchen sich hölzerne oder eiserne Klappen *d* befinden. Das Seil geht theilweise durch eine nach der Kettenlinie gekrümmte eiserne Röhre *e*. Indem nun in letztere durch das Gerinne *f* Wasser zufliesst, wird die Kette in Umgang versetzt. Die mit Luft gefüllten kleinen Cylinder gelangen durch die Röhre *e*, von Wasser umgeben, in den Kasten *g*, wo sich die Klappen öffnen

1) Polyt. Centr. 1854. S. 592.

und die eingeschlossene Luft nach oben durch die Röhre *h* entweicht.

Das Kettengebläse[1]) gibt einen verhältnissmässig grossen Effect, weil die Umtriebsmaschine zugleich auch die ausübende ist. Da die Luft nicht leicht zwischen den Cylindern in die Höhe steigen kann, so ist eine grössere Pressung als beim Wassertrommelgebläse zu erreichen; ersteres erfordert jedoch grössere Anlagekosten, genaue Ausführung, sehr häufige Reparaturen und zur Verhütung der Eisbildung unter Umständen einen geheizten Raum. Man hat diese Gebläse bei Holzkohlenöfen und Frischfeuern angewandt, z. B. auf der nunmehr eingestellten Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal auf dem Oberharze[2]); wegen nicht aufhörender Reparaturen sind sie jedoch an manchen Orten wieder entfernt.

HENSCHEL's Wassersäulengebläse.

3) HENSCHEL's Wassersäulengebläse.[3]) Dasselbe besteht aus mehreren, in einer senkrechten Säule über einander gestellten, gusseisernen Gefässen, welche sich durch von oben zufliessendes Wasser abwechselnd damit füllen, wobei die eingeschlossene Luft comprimirt und in eine Windleitungsröhre gepresst wird.

Dieses zu Veckerhagen ausgeführte Gebläse hat wegen seiner complicirten Einrichtung, grosser Anlagekosten und häufiger Reparaturen keine weitere Verbreitung gefunden.

B. Gebläse mit beweglichem Windkasten, wobei das Wasser als Sperrungs- und Liederungsmittel wirkt.

1) Ueber Kettengebläse: KARST., Metall. III, 234. Fig. 426—430. LAMP., Suppl. zu Bd. II, p. 89. KARST., Arch. 1. R. VIII, 180. KOCH, über das Kettengebläse. Göttingen 1824; Studien des Götting. Ver. Bergm. Freunde. I. 1824. WEISBACH, Ing.- u. Maschin.-Mechanik. 1860. III, 1176.

2) Beschreibung u. Berechnung des Effects des Silbernaaler Kettengebläses: POPPE in DINGL. LXXI, 448. MIGOUT u. BERGERY, theoret.-pract. Anleitung zur Berechnung der gebräuchlichsten Maschinen. Braunschweig 1845. S. 335.

3) PFORT, über HENSCHEL's Wassersäulengebläse nach seiner Ausführung bei der Eisenhütte zu Veckerhagen. Mit 2 Kpftfln. 1833. MARIGNAC in Bgwfd. VI, 401. Polyt. Centr. 1853. S. 1179. WEISBACH, Ing.- u. Masch.-Mechan. 1860. III, 1178.

Glockengebläse

1) **Glockengebläse**[1] (Taf. XV. Fig. 379). *a* ein theilweise mit Wasser und ventilirten Lutten *b* und *c* versehener Kasten, in welchem sich ein oben geschlossener Kasten *d* an einer Kolbenstange *e* auf und nieder bewegt. Beim Aufgange desselben wird Luft durch *b* eingesogen, beim Niedergange solche durch *c* ausgepresst. Damit das Wasser bei tiefem Eintauchen des Kastens *d* nicht über dessen Deckel *f* tritt, sind die Seitenwände desselben verlängert. Dieses Gebläse hat einen bedeutenden schädlichen Raum. Das Gebläse ist zwar wohlfeil herzustellen und erfordert wenig Reparaturen, muss aber, damit das Wasser nicht in zu starke Wallung kommt, langsam bewegt werden, und nimmt viel Raum ein. Verbesserungen an diesen unvollkommenen Gebläsen haben die obigen Uebelstände nicht völlig zu beseitigen vermocht.

Tonnengebläse

2) **Tonnengebläse**[2] (Taf. XV. Fig. 380). *a* Tonne, auf einem Gestelle um ihre Axe in oscillirende Bewegung versetzbar und theilweise mit Wasser gefüllt. *b* Scheidewand. *c* und *d* Ventile an jedem Boden der Tonne; an dem einen öffnen sie sich nach aussen, an dem andern nach innen, so dass bei jeder Bewegung der Tonne Luft aus der einen Hälfte ausgeblasen und in der andern Luft eingesogen wird. Es bleibt dabei stets ein sehr bedeutender schädlicher Raum.

Cagniardelle

3) **Cagniardelle**[3] (**Schrauben-, Spiral- oder Waldhorngebläse**) (Taf. XV. Fig. 381). Dieselbe besteht aus

---

1) Baader, Beschreibung eines neu erfundenen Gebläses, Göttingen 1794. Karst., Met. III, 219. Fig. 403. Wehrle, Hüttenk. I, §. 258.

2) Karst., Met. III, 221. Fig. 411—414. Karst., Arch. 1. R. IX, 435. Lamp., Httkde. 2. Suppl. S. 90.

3) Bgwfd. IV, 479; IX, 527. B. u. h. Ztg. 1843. S. 901. Dingl., LV, 212. Polyt. Centr. 1835. Nr. 60. Lamp., Suppl. II. 91. Cagniardelle auf den Freiberger Hütten im Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenmann 1839. S. 100., Lamp., Fortschr. 1839. S. 72; zu Schemnitz im Bgwfd. XIII, 1; früher zur Herzog Juliushütte am Unterharz: Kerl, Unterh. Hüttenproz. 1861. S. 10; zu Hammerau in Baiern Bgwfd. IX, 527. Berechnung der Leistung etc. einer Cagniardelle in Hülsse's allgem. Maschinenencyklopädie II, 813. Vergleichung ihres Nutzeffectes mit dem eines Cylindergebläses: Rittinger im Bgwfd. XIII, 1. Weisbach, Ing.- u. Maschin.-Mechan. 1860. III, 1164.

einem cylindrischen Mantel *a* von Kupfer- oder Eisenblech, an dessen Axe *b* sich spiralförmige Wände *c* befinden, die an ihrer Peripherie mit dem Mantel luftdicht vernietet sind. Die vordere Grundfläche *d* des in einem, zum Theil mit Wasser gefüllten Kasten *h* geneigt liegenden Cylinders *a* ist durch die ausmündenden Blechspiralen *c* in 4 offene Quadranten getheilt und der flach konische Boden des Mantels um die Axe herum mit ein [illegible] lindrischen Oeffnung *e* versehen. Wird der Cylinde [illegible] ch ein Vorgelege *f* in rotirende Bewegung versetz [illegible] öpft er durch die Quadranten Luft, welche durch [illegible] ralförmigen Gänge bis zum Ende des Cylinders glei [illegible] rabgeschroben wird, wo sie dann durch ein Roh [illegible] ömt, während das Wasser durch die Oeffnung *e* [illegible] hintersten Schraubengang wieder in den Kasten *h* [illegible]

Obgleich bei eine [illegible] ten und zweckmässigen Construction etwas theuer, er [illegible] n sich die Cagniardellen dadurch, dass sie wegen ihrer Einfachheit und geringen Reibung den grössten Krafteffect geben, keinen schädlichen Raum besitzen, einen gleichmässig-continuirlichen Windstrom entlassen, einen nur geringen Windverlust gestatten und zu ihrer Bewegung einer geringen Kraft bedürfen. Trotz dieser guten Eigenschaften haben sie doch keine ausgedehntere Anwendung gefunden, was darin seinen Grund zu haben scheint, dass man eine zweckmässige und dauerhafte Construction mit einem nicht zu hohen Kostenaufwande zu vereinigen nicht vermochte, dass Beschädigungen am Cylinder nicht immer leicht zu entdecken sind, dass eine Eisbildung störend wirkt etc. Zur Muldener Hütte bei Freiberg hat man die vorhandene Cagniardelle abgeworfen, weil die das Wasser ansäuernden Hüttendämpfe einen zerstörenden Einfluss auf Mantel und Schraubengewinde ausübten. Auf Herzog Juliushütte am Unterharze ist die Cagniardelle neuerdings durch ein Cylindergebläse ersetzt worden, wegen störender Eisbildung, öfteren Schadhaftwerdens des Mantels und Lieferung von feuchtem, auf den Brennmaterialverbrauch ungünstig wirkenden Windes. Im Mansfeldschen[1]) ist man mit dem Gange der Cagniardellen zufrieden.

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 183.

Der Cagniardelle ähnlich in der Wirkung sind STECKER's rotirendes Wassergebläse [1]) und LÜDER's Schöpfrad- oder Radwassergebläse [2]), welches z. B. seit 1834 in Mägdesprung am Harze ein Frischfeuer treibt und sich nach SCHOLKA durch Wirksamkeit, Dauerhaftigkeit, geringe Kraftabsorption und einen stillen Gang auszeichnet.

Schneckengebläse.

4) Schneckengebläse. [3]) Ein um seine Axe beweglicher horizontaler Cylinder ist zum Theil in Wasser getaucht und enthält mehrere am Umfange mündende Schneckengänge. Diese schöpfen, wenn sie über dem Wasser befindlich sind, Luft und führen dieselbe zu ihren an der Cylinderaxe befindlichen inneren, engen Mündungen, wo sie in einen Windsammelkasten ausströmt. Hier ist eine besondere Liederung angebracht.

Diese Gebläse empfehlen sich wohl hinsichtlich ihres Effectes, sind aber in der Anlage theuer.

Ventilator.

§. 98. Ventilatoren, Windrad-, Flügel-, Fächer-, Centrifugalgebläse. [4]) Die Ventilatoren der älteren Einrichtung bestehen aus einem kreisrunden Gehäuse *a* von Eisenblech (Taf. XV. Fig. 382, 383) mit einer centralen Oeffnung *b* zu beiden Seiten, durch welche die Luft eingesogen,

1) Polyt. Centr. 1841. S. 887.

2) Ann. d. min. 4. sér. XII, 391; Polyt. Centr. 1849. S. 448; 1853. S. 1181; DINGL., CXXVIII, 320. Bgwfd. XIII, 57.

3) RISCHNER's Gebläse zu Hammerau in Baiern: Ann. d. min. 1844. Tom. VI. TUNNER, Leoben. Jahrb. Bd. 2. — SCHMIDTHAMMER in Oesterr. Ztschr. 1856. S. 68 u. 323. — RITTINGER in Polyt. Centr. 1849. S. 217.

4) Ueber Ventilatorgebläse: B. u. h. Ztg. I, 981; VII, 111. Bgwfd. I, 516; III, 362; VI, 252; X, 119; XII, 53. Polyt. Centr. 1835. S. 946; 1836. S. 1083; 1837. S. 743; 1838. S. 890, 921; 1839. S. 1087; 1840. S. 241; 1842. S. 192; 1847. S. 743; 1848. S. 1190; 1849. S. 445; 1853. S. 1181. DINGL., LXIII, 397; LXX, 430; CXXVIII, 177; CXXX, 76; CXXXI, 52. MERBACH, über eine vergleichungsweise Wirkung eines Kasten- u. Centrifugalgebläses in B. u. h. Ztg. 1845. S. 375. Bgwfd. VIII, 561. LAMP., Fortschr. S. 73. REDTENBACHER, Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren. 1844. WEISBACH, Ingen.- u. Maschin.-Mech. 1860. III, 1121. RITTINGER, Centrifugal-Ventilatoren. Wien 1858; daselbst auch S. 265 Literatur über Ventilatoren, sowie in SCHUBARTH's Repertorium d. techn. Literatur 1856. S. 912.

und einer Oeffnung *c* an der Peripherie, durch welche die Luft ausgetrieben wird. Eine Axe *d* geht durch die centrische Oeffnung und ist an beiden Enden durch geeignete Lager unterstützt. An der Mitte dieser Axe ist eine Büchse *e* festgekeilt, von der mehrere Arme *f* in Form von rechteckigen geraden, geknickten oder auch verschieden gebogenen Blättern ausgehen, welche so breit als möglich gemacht werden, jedoch das Gehäuse nicht berühren dürfen. Die Axe und damit die Flügel werden durch Riemen etc. in Rotation versetzt und dadurch die bei *b* eingesogene Luft an die Peripherie geschleudert, wo sie durch *c* ausströmt. Da hinter jedem Flügel während der Rotation ein luftverdünnter Raum gebildet wird, so strömt die vor den Flügeln verdichtete Luft über dieselben weg in diesen luftverdünnten Raum, wodurch ein starkes Geräusch (Brummen) und zugleich ein beträchtlicher Kraftverlust entsteht.

Derartige Gebläse sind in der Anwendung bequem, indem sie wenig Raum einnehmen und sich leicht transportiren lassen, erfordern wenig Anlage- und Unterhaltungskosten bei einem grossen Nutzeffecte und völlig gleichmässigen Windstrome, und geben eine grosse Windmenge, aber ohne hohe Pressung (nicht über 1 Z., meist nur 6—8 Lin. Quecksilber). In letzterem Umstande, sowie auch darin liegt ein Nachtheil und es erleidet die Brauchbarkeit der Ventilatoren dadurch eine Beschränkung, dass bei ein und demselben Gebläse die Betriebskräfte nahe dieselben sein müssen, mag man viel oder wenig Wind gebrauchen. Soll der Ventilator überall wirksam sein, so müssen seine Flügel eine bestimmte Geschwindigkeit haben, bei welcher leicht 5—20mal mehr Wind erzeugt wird, als man nöthig hat. Diese Gebläse werden demnach da am zweckmässigsten anzuwenden sein, wo man grosser Windmengen (nicht viel unter 1000 Cbfss. pr. Min.) ohne bedeutende Pressungen bedarf. Bei Kupoloöfen [1]) und Holzkohlenhohöfen [2]) bedient man sich derselben zuweilen noch mit gutem Erfolge.

1) Bgwfd. III, 362. Polyt. Centr. 1856. No. 4. B. u. h. Ztg. 1857. S. 61.
2) Dingl. Bd. 132. S. 84. B. u. h. Ztg. 1854. S. 310.

Verbesserte Ventilatoren.

Obgleich in neuerer Zeit wichtige Beiträge [1]) zur Theorie und zum Bau der Ventilatoren geliefert worden, so sind doch die Versuche über die vortheilhafteste Construction und die nöthige Betriebskraft derselben als noch nicht abgeschlossen zu betrachten und noch weitere Beobachtungen darüber anzustellen.

Die an den Ventilatoren vorgenommenen Verbesserungen haben zum Zwecke gehabt, das unangenehme Tönen und Brummen derselben zu beseitigen (LLOYD, BUCKLE), eine höhere Windpressung zu erzielen (RITTINGER, CHAPLIN), die Widerstände bei der Umdrehung des Ventilators zu vermindern u. dgl. m Daraus sind z. B. entsprungen die Constructionen von LLOYD [2]), von BUCKLE und JOHNS [3]), von CHAPLIN's Duplexventilator [4]), RITTINGER's Hochdruckventilator [5]), MAZELINE's [6]) Ventilator von grossen Dimensionen, Ventilator von BEBIE [7]), von SCHWARZKOPF [8]) nach dem Principe des Engländers SCHIELE, von DOWNIE [9]) u. A.

Motor.

Die Bewegung der Ventilatoren geschieht entweder durch ein Wasserrad [10]) mit mehrfachen Vorgelegen, oder

1) RITTINGER, Theorie und Bau der Centrifugalventilatoren. Wien 1858. — RÉSAL in Polyt. Centr. 1855. S. 326. WIEBE, die Maschinenbaumaterialien. 2. Abtheilung. — WIEBE in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1857 April, in der Zeitschr. d. Hannov. Arch.- u. Ingenieur-Ver. 1858. S. 342. Hft. 2 u. 3. und Bgwfd. XX. No. 28. 1857. — TUNNER c. l. Bd. I, S. 189. — RÜHLMANN in PRECHTL's techn. Encyklop. Supplem. Bd. III, S. 308. — WEISBACH, Ingen.- u. Maschin.-Mechanik Bd. III, S. 1123.

2) DINGL. CXI, 105; CLVII, 101. Bgwfd. XIII, 115. Polyt. Centr. 1849. S. 1358. Mitthl. d. Hannov. Gewerbever. 1860. S. 82. B. u. h. Ztg. 1857. No. 7.

3) Polyt. Centr. 1847. S. 1262; 1848. S. 1190; 1849. S. 127.

4) Polyt. Centr. 1853. S. 1181.

5) Oest. Ztschr. 1856. No. 17 u. 52; 1857. No. 17. Berggeist 1858. No. 5.

6) Bulletin de la société de l'industrie minérale I, 58.

7) Polyt. Centr. 1849. S. 345.

8) KNOBLAUCH's Zeitschr. f. pract. Baukunst 1855. S. 247. PRECHTL, techn. Encyklopädie Suppl. III, 306. — Zeitschr. d. Hannov. Archit.- u. Ingen.-Ver. 1859. Hft. 1. S. 52 (Ventilator zu Mandelholz am Harze). Polyt. Centr. 1856. No. 4. WEISBACH c. l. III, 1152.

9) Polyt. Centr. 1858. No. 13.

10) TUNNER c. l. I, 195.

durch Dampfmaschinen, sehr vortheilhaft durch Turbinen[1]) und zuweilen mit der Hand.[2])

Die am häufigsten angewandten Ventilatoren sind:

LLOYD's Ventilator.

1) LLOYD's Ventilator (Taf. XV. Fig. 384, 385). *R* äusseres gusseisernes Gehäuse, in 4 Theilen gegossen, von denen die beiden oberen und ebenso die beiden unteren mit einander fest verbunden sind. *S* Zapfenlager. *T* Triebrolle. *U* inneres, sich drehendes Gehäuse, mit blechernen Scheiben *V* an den Seiten der an das Gehäuse angegossenen Flügel versehen. *X* abgedrehte messingene Ringe, welche an den Scheiben *V* befestigt sind und an gusseisernen Ringen anliegen. Letztere sind an dem äusseren Gehäuse befestigt und bilden die Oeffnung zum Einströmen der Luft. Die Scheiben *V* verhindern die Reaction der Luft auf die Seiten der Flügel, und da deren Enden nur wenig Fläche für die Reaction des Windes darbieten, so laufen die Flügel ganz geräuschlos.

SCHWARZKOPF's Ventilator.

2) SCHWARZKOPF'scher Ventilator[3]) nach dem SCHIELE'schen Principe (Taf. XV. Fig. 386, 387). *g* unbewegliches Gehäuse. *f* Flügelrad, welches die durch *a* eintretende Luft nach dem Umfange *k* treibt, von wo dieselbe in das mit Leitkurven versehene Directionsgehäuse *d* abfliesst und bei *c* in das Leitungsrohr eintritt. Die Flügel *m* sind mit dem Rade *f* in einem Stück gegossen. *l* Lagerstück. *r* Riemenscheibe. *w* Betriebswelle, zu welcher durch das unbewegliche Gehäuse *g' g'* ein Rohr *i* führt, welches mit einem Oelbehälter *p* communicirt.

RITTINGER's Hochdruckventilator.

3) RITTINGER's Hochdruckventilator.[4]) Derselbe unterscheidet sich von den sonstigen Ventilatoren durch kleine Saugöffnungen, durch sehr geringe Breiten, durch

1) SCHWARZKOPF'scher Ventilator zu Mandelholz am Harze, von einer HENSCHEL'schen Turbine mit horizontaler Aufstellung getrieben. Ztschr. d. Hannov. Archit.- u. Ing.-Ver. 1859. S. 52. — Mittheilungen des hannov. Gew.-Ver. 1858.

2) THUM in d. B. u. h. Ztg. 1859. S. 426.

3) WEISBACH c. l. III, 1154. ROMBERG, Zeitschr. f. Baukunst. 1855. WIEBE's Maschinenbaumaterialien.

4) RITTINGER, die Centrifugal-Ventilatoren. 1858. TUNNER, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. I, 191.

eigenthümlich gekrümmte Schaufeln, durch Spiralform des Mantels und ein pyramidales oder konisch sich erweiterndes Windableitungs- oder Blaserohr.

Dieser Ventilator gibt Pressungen von 16 — 19. Lin. Quecksilber.

B. Die Windregulatoren.

Zweck der Regulatoren.

§. 99. Allgemeines. Die Balg- und Kolbengebläse, so wie manche hydraulische Gebläse (Tonnen- und Glockengebläse) geben einen absetzenden, ungleichförmigen Windstrom, was auf die Verbrennung und den Ofengang unvortheilhaft einwirkt. Die empfohlene Anwendung von intermittirendem Winde [1]) beim Eisenhohofenbetrieb scheint sich im Allgemeinen nicht bewährt zu haben. Durch Verbindung (Kuppelung) mehrerer einzelner Gebläse, die man in einer gewissen Reihenfolge in einen gemeinschaftlichen Sammelkasten blasen lässt, kann man zwar einen continuirlichen Windstrom erzielen, allein derselbe bleibt, namentlich bei der Krummzapfenbewegung, mehr oder weniger ungleichförmig. Eine grössere Gleichförmigkeit wird nun durch Anwendung von Windregulatoren erreicht und zwar, je nach deren Einrichtung, mehr oder weniger vollkommen.

Eintheilung der Regulatoren.

Die Regulatoren bestehen aus mit der Windleitung des Gebläses communicirenden luftdichten Räumen, und ihre verschiedene Wirkung hängt davon ab, ob sie ein unveränderliches (fixe Regulatoren) oder veränderliches Volumen (bewegliche Regulatoren) haben. [2])

Zur Berechnung der Grösse derselben gibt Weisbach (c. l. Bd. 3. S. 1063) Anleitung. Dieselbe hängt ausser von der Art des Regulators von der Geschwindigkeit und dem Grade der Ungleichheit des vom Gebläse kommenden Windstromes und von dem Grade der Gleichförmigkeit

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 328, 380, 439; 1860. No. 45. Schles. Wochenschr. 1859. S. 147, 196. Berggeist 1859. S. 390. Kraus, Jahrb. 1852. S. 113.

2) Ueber Regulatoren: Wehrle, Hüttenkde. §. 265—267. Bgwfd. XI, 62, 638. Dingl. Bd. 69. S. 236; Bd. 73. S. 152. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 36. Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858, Bd. I, S. 232. Weisbach, Ing.- u. Masch.-Mechan. III, 999, 1063.

ab, welcher erreicht werden soll. Dabei ist von Einfluss, ob nur ein oder mehrere Gebläse Wind liefern.

Fixe Regulatoren.

§. 100. **Windregulatoren mit unveränderlichem Inhalt.** Dies sind grosse luftdichte Räume, in Stein gehauen oder gemauert oder aus Eisenplatten oder Eisenblech zu Cylindern oder Kugeln zusammengefügt, in welche die aus dem Gebläse sto[illegible]mende Luft eintritt. Dieselbe dehnt sich alsbald [illegible] aus und strömt am andern Ende des Regulato[illegible]h gleichmässig aus. Die Ausgleichung der Un[illegible]ten des ein- und ausmündenden Stromes wird [illegible]ändiger stattfinden, je grösser der Rauminhalt de[illegible]s ist. Lange Windleitungsröhren, wie sie z. B. [illegible]ndung von erhitzter Gebläseluft vorkommen, di[illegible] Regulatoren. Zur Königshütte am Harz ma[illegible] 200 Fuss lange und 10 Z. weite Windleitungsröhre[illegible] Regulator entbehrlich. Sind diese Röhren bis zum Regulator kurz, so muss dessen Inhalt 20—50mal, gewöhnlich 20—25mal so gross sein, als die pr. Secunde gelieferte Windmenge; bei längern Windleitungsröhren genügt ein 10—15faches Volum. Ein angebrachtes Sicherheitsventil verhindert eine zu starke Pressung, wenn sich etwa durch Zufall die Windabführungsröhre verstopft haben sollte. Auch muss eine gut verschliessbare Oeffnung (Mannloch) angebracht werden, um nöthigenfalls in den Regulator gelangen zu können. Nach einer Berechnung von WEISBACH muss z. B. der Regulator einen 53mal so grossen Fassungsraum haben, als der Gebläsecylinder, wenn ein doppelt wirkendes Gebläse mit einem Cylinder, bei einem Barometerstand von 27 Zoll Wind, von 2 Z. Manometerstand liefert; bei 5 Z. Ueberdruck ergibt sich ein etwa 35facher Fassungsraum des Regulators.

Je nach den Localumständen wendet man metallene oder gemauerte Regulatoren von verschiedener Gestalt an, und zwar diese besonders bei sehr grossen Gebläsen mit einem Cylinder, wobei bedeutende Windschwankungen vorkommen.

Metallene Regulatoren.

1) **Metallene Windregulatoren**, die am häufigsten angewandten, werden in Gestalt eines Cylinders, eines Sphäroids, oder einer Kugel aus mit Firniss überzogenen Eisen-

blechtafeln von etwa 2—4 Millim. Dicke zusammengenietet und auf einem Sockel befestigt. Man stellt denselben im Freien, häufig ohne alle Bedachung, entweder in der Höhe auf Säulen auf oder bringt ihn, jedoch gegen Wasserzutritt bei Fluthzeiten geschützt, unter der Hüttensohle an.

Ein ballonförmiger Regulator von 24¾ Fuss Durchmesser zu Decazeville (Taf. XVI. Fig. 388) nimmt von zwei Gebläsen mittelst zweier gusseiserner Röhren *a* von 3 Fuss Durchmesser Gebläseluft auf und entlässt dieselbe durch eine 3¾ F. weite Windleitung *e* in 6 Hohöfen. An der höchsten Stelle desselben befindet sich ein Sicherheitsventil *c* von 13 Z. Durchmesser. Der Ballon ruht auf einem hohlen gusseisernen Sockel *b*.

Dimensionen von Windregulatoren. Bendorfer Hütte: Länge des Regulators 30 Fuss, Durchm. 5 F. 6 Z., Rauminhalt 712 Cbfss.; Inhalt des Gebläsecylinders 38,65 Cbfss. — Hörder Eisenwerk: Regulator 230 F. L., 6 F. Dchm., Inhalt 6500 Cbfss. für 4 Hohöfen, also 3250 Cbfss. für 2 Hohöfen; Inhalt des Gebläsecylinders für 2 Hohöfen 301,6 Cbfss. — Burger Eisenwerk: Regulator 21 F. l., 7 F. 6 Z. Dchm., Inhalt 927 Cbfss.; Inhalt des Gebläsecylinders 44 Cbfss. Gewicht des Regulators 3650 Pfd., Blechstärke 1½ Lin., Gewicht von 1 Q.-F. Blech 5,29 Pfd. — Adolphshütte: Regulator 19 F. l., 9 F. Dchm., Rauminhalt 1208,12 Cbfss., Gewicht von 1 Q. F. Blech 4½ Pfd.

Ein liegender cylindrischer Regulator zu Seraing besteht aus 4 Millim. starkem Blech und ist bei 7 Fuss Durchmesser 90 engl. Fuss lang. Ein stehender cylindrischer Regulator zu Rohnitz (Taf. XIV. Fig. 360) hat 8 Fuss Durchmesser und 17 Fuss Höhe.

Solche Regulatoren sind zwar einfach, aber theuerer und wegen des oxydirenden Einflusses der Luft häufigen Reparaturen unterworfen, können auch wegen ihrer grossen Dimensionen die Passage hindern, bedürfen aber keiner Wartung.

Durch Einsaugen explosiver Gasgemenge sind Windregulatorexplosionen[1]) vorgekommen.

Gemauerte Regulatoren.

2) Gemauerte Regulatoren hat man z. B. auf dem

1) B. u. h. Ztg. 1849. S. 341; 1860. S. 185.

Hüttenwerke L'horme[1]) im Ardèchedepartement zur Umgehung der mit blechernen Regulatoren verbundenen Uebelstände in Form eines hohlen halben Cylinders unter den Boden versenkt. Zur Hervorbringung eines völlig dichten Abschlusses wurde der dort allgemein vorkommende, blossgelegte Kies mit einer 0,65 M. dicken Schicht Mörtel (1 Vol. hydraulischer Kalk, 2 Vol. Quarzsand und 4 Vol. zerschlagene Kieselsteine) sehr sorgfältig überstampft und darauf ein Gewölbe von 0,12 M. Stärke aus gut gebrannten und ganz in Mörtel getauchten Ziegelsteinen hergestellt. Das eine Ende des Gewölbes wurde durch eine vertikale Ziegelmauer geschlossen, das andere blieb vorläufig zum Austrocknen des Mauerwerks etc. offen. Dann wurde das Gewölbe seitlich mit einer 1,5 M. und oben 1,2 M. dicken Schicht Mörtel sorgfältig überzogen und die inneren Wände mit feinem Mörtel mehrmals in Zwischenräumen überstrichen. Zuletzt wurde der getrocknete Mörtelüberstrich noch getheert, der Boden mit Asphalt überzogen und auch mit Steinkohlentheer überstrichen, und die noch offene Vorderseite durch eine aus Ziegelsteinen und Mörtel hergestellte Mauer geschlossen. Die Wind-Zu- und Abführungsröhren münden an den Enden im Gewölbe an entgegengesetzten Seiten ein. Der Regulator fasst 157 Cubikmeter, ist für zwei Hohöfen bestimmt und kostet etwa 5875 Fr., während ein eiserner an 10000 Fr. kosten würde.

Bewegliche Regulatoren.

§. 101. **Windregulatoren mit veränderlichem Inhalte.** Ihre Construction beruht darauf, dass man je nach dem Absetzen oder Zublasen des in einen kastenförmigen Regulator geleiteten Windes diesem durch einen mit Gewichten beschwerten Kolben (**Trockenregulatoren**) oder durch eine Wassersäule (**Wasserregulatoren**) einen entsprechenden Druck entgegensetzt. Wenn weniger Luft in den Regulator tritt, so sinkt der Kolben oder es steigt die Wassersäule, wenn mehr, so findet das Umgekehrte statt. Da stets eine gewisse Kraft nöthig ist, um den Regulatorraum zu verändern, und die Luft immer ein gewisses Beharrungsvermögen besitzt, sich mit der erhaltenen Richtung

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 43. Polyt. Centr. 1856. No. 23.

und Geschwindigkeit fortzubewegen, ohne den Regulator völlig zu berücksichtigen, so gewähren solche Regulatoren nicht immer eine vollständige Ausgleichung des stossweise eintretenden Windes.

1) Trockenregulatoren. Je nach ihrer Construction unterscheidet man:

Trockenregulatoren.

a) Lederregulatoren in Gestalt pyramidaler, cylindrischer oder rectangulairer Lederbälge, mit Gewichten beschwert, und bei geringeren Pressungen für Lederbälge (S. 573) und Kastengebläse (S. 584) mit Vortheil in Anwendung, da sie einfach und leicht anzubringen sind und bei nicht zu geringem Querschnitt eine gute Windausgleichung geben. Das Leder wird aber leicht undicht. Zur Regulirung der Windpressung empfiehlt es sich, in verschiedenen Höhen am Regulator Gewichte aufzuhängen, welche allmälig gehoben werden, wenn er sich ausdehnt. Man braucht dann nicht für die zu erreichende Pressung jedesmal besondere Gewichte aufzulegen.

b) Kolben- oder Reibungsregulatoren, ähnlich eingerichtet wie Kastengebläse, nur ist der Kolben durch einen elastischen Ring oder einen elastischen Ledermantel schwächer geliedert (Taf. XIV. Fig. 347). Die aus dem Gebläsecylinder *a* durch die Oeffnung *d* in den Regulator *e* stossweise getriebene Luft wird durch den Druck des mit einem Sicherheitsventile versehenen und nöthigenfalls mit Gewichten beschwerten Kolbens *g* zusammengepresst und aus *h* in einem gleichmässigeren Strome entlassen. Die Kolbenstange ist gewöhnlich mit einem Querhaupte versehen, welches in Leitstangen gleitet. Damit bei einer plötzlichen Unterbrechung des Windstromes der Kolben nicht gleich auf den Boden herabsinkt, bringt man auf letzterem einige Holzklötze an. Um zu verhüten, dass der Kolben bei starkem Zuströmen von Luft aus dem Kasten herausgeworfen wird, befestigt man an dessen Rand einen Hebel, welcher, wenn der Kolben dagegenstösst, mittelst einer Kette ein Drosselventil in der Windleitungsröhre öffnet.[1] Auch kann der Kolben ein Sicherheitsventil erhalten.

---

1) Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV. Taf. XVIII. Fig. 4 u. 5.

Derartige Regulatoren sind die schlechtesten von allen, sie lassen viel Wind fahren, durch die Reibung der Liederung wird das Heben und Sinken des Kolbens erschwert, sie sind nicht wohlfeil in der Anlage und häufigen Reparaturen unterworfen, und der ihnen gewöhnlich gegebene $1\frac{1}{2}$—2fache Inhalt von dem des Blasecylinders genügt nach WEISBACH's Berechnung lange nicht, um den gewünschten Grad der Gleichförmigkeit in der Windpressung zu erhalten, so dass dieselben nur noch wenig angewandt werden.

Ein solcher Apparat auf der Eisenhütte zu Creuzot in Frankreich hat zwei cylindrische Trockenregulatoren von je $8\frac{2}{3}$ Fuss Durchmesser und 9 Fuss Hub, welche, mittelst eines Gebläses von 100 Pferdekräften gespeist, 4 Hohöfen mit Wind versorgen.

Wasser-regulatoren.

2) Wasserregulatoren. Es lassen sich folgende zwei Constructionen unterscheiden:

a) Einfacher Wasserregulator mit feststehender Glocke (Taf. XVI. Fig. 389). *a* gemauertes Bassin. *b* feststehender gusseiserner Kasten oder Glocke, deren unterer Theil mit dem äusseren Kasten communicirt, so dass darin befindliches Wasser in beiden Gefässen gleich hoch steht. Wird nun durch die Röhre *c* Gebläseluft mit wechselnder Pressung zugeführt, so wird ein Theil des Wassers aus dem inneren Raum verdrängt, welcher zwischen dem äussern und inneren Gefäss in die Höhe steigt, einen Gegendruck verursacht und dadurch veranlasst, dass der Wind durch die Röhre *d* in einem gleichmässigeren Strome entweicht. Zwischen *d* und *c* liegt ein Sicherheitsventil. Man leitet den Wind auch wohl an einer Seite ein und er entweicht dann nach oben. Derartige Regulatoren müssen zur Erzeugung eines gleichmässigen Windstromes eine grosse Oberfläche erhalten, wodurch sie kostspielig werden; einmal vorhanden, erfordern sie aber wenig Wartung und Nachsicht. Durch auf dem Wasser entstandene starke Wellenbewegung kann der Wind ungleichmässig werden. Derselbe ist immer mehr oder weniger feucht, was auf Brennmaterialverbrauch und Production ungünstig einwirken kann. Auf der Königshütte[1]) in Oberschlesien vermehrte sich der Wasser-

1) B. u. h. Ztg. 1849. S. 497.

gehalt der Luft bei Wasserregulatoren gegen Trockenregulatoren um 0,3 Cbfss. pr. Min.

Nach FEBURET[1]) bleibt die Luft trocken, wenn man auf das Wasser eine 2 Zoll hohe Oelschicht bringt.

b) Kolbenregulator mit Wasserabsperrung oder mit schwimmender Glocke, Wassertrommelregulator (Taf. XVI. Fig. 390). Ein hölzerner, mit Eisenreifen umgebener Cylinder *c c'* enthält einen zweiten Cylinder *d d'*. In dem mit Wasser gefüllten ringförmigen Zwischenraum bewegt sich ein mit Eisenblech beschlagener hölzerner oder ganz blecherner Cylinder *e*, welcher mit einem Sicherheitsventil *g* versehen ist und durch die in einer Hülse *h* gehende Leitstange *f* senkrecht gehalten wird. Die Gebläseluft tritt durch *a* ein, steigt in der durch die Scheidewand *K* gebildeten einen Hälfte des Cylinders in die Höhe, in der andern herab und strömt bei *b* gleichmässig aus, indem sowohl die schwebende, nöthigenfalls mit Gewichten beschwerte Tonne *e*, als auch das in die Höhe gedrängte Wasser den Windstrom regulirt.

Derartige Regulatoren, welche z. B. auf den Steyerschen Eisenwerken häufig in Anwendung sind, bedürfen keines so grossen Inhalts als die vorigen, um eben so wirksam zu sein, und obgleich etwas complicirter, sind sie doch billig und dauerhaft, brauchen nur wenig Wartung und die Bewegungshindernisse verschwinden dabei fast ganz, so dass sie neben den Regulatoren mit unveränderlichem Inhalt am zweckmässigsten anzuwenden sind. Zwar etwas theurer, als Lederregulatoren lassen sie sich leichter reguliren, da bei diesen die Steifigkeit des Leders Widerstände entgegensetzt. Trockenregulatoren, mit unveränderlichem Inhalt sind viel theurer. TUNNER (c. l. Bd. I. S. 234) gibt ein einfaches Verfahren an, mittelst dieser Regulatoren bei Frischfeuern in verschiedenen Perioden des Prozesses eine verschiedene, bestimmte Windpressung zu erzielen.

Eine etwas andere Construction, als die obige, bei welcher das Spiel der Glocke durch Federn regulirt wird, hat WEISBACH (c. l. Bd. III. S. 1002) angeführt.

---

1) Bgwfd. II, 157. DINGL. Bd. 96. S. 236.

Man stellt zuweilen eine Verbindung der Bewegungen der Glocke und der Schützöffnung des Wasserrades oder der Eintrittsöffnung des Dampfes in den Cylinder einer Dampfmaschine her und benutzt so den Glockenapparat auch zur Regulirung der Wirksamkeit des Motors.[1])

C. Die Winderhitzungsapparate.

Geschichtliches.

§. 102. Wirkung der erhitzten Luft.[2]) Die Irrigkeit der früheren Ansicht, dass die kälteste Gebläseluft auf die Verbrennung am günstigsten wirke, ist schon um 1799 von SEDDLER, um 1822 von LEUCHS und im Jahre 1829 von NIELSON in Glasgow nachgewiesen und von Letzterem schon gezeigt, dass dieselbe unter Umständen eine Ersparung von Brennmaterial ohne Vermehrung der Metallproduction oder eine Vermehrung der Metallproduction ohne Brennmaterialersparung oder beide zugleich gewähren könne.

Anwendbarkeit der erhitzten Luft.

Spätere Erfahrungen haben dies im Allgemeinen bestätigt, jedoch dargethan, dass erhitzte Luft weit weniger bei Oxydationsprozessen, als bei Reductionsprozessen leistet. Bei ersteren kommt es meist darauf an, verbundene Körper, welche verschiedene Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, durch ein oxydirendes Schmelzen zu trennen. Zu der Abscheidung dieser Körper trägt häufig ein langsames, die Oxydation beförderndes Einschmelzen bei. Da nun erhitzte Gebläseluft in Folge höherer Temperaturentwicklung das Einschmelzen beschleunigt, so kann sie eine ungünstige Wirkung ausüben (Roheisenfrischen, Kupfergaarmachen[3]), Abtreiben).[4]) Doch liegen Fälle vor, wo man auch bei solchen Prozessen — bei sonst passend geeigenschafteten Producten und zweckmässiger Einrichtung des Apparates — hinsichtlich des Brennmaterialverbrauchs Vortheile von der

1) Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 45.
2) MERBACH, über Anwendung der heissen Luft im Gebiete der Metallurgie, nebst Beilage von PLATTNER über die Bestimmung der Schmelzpuncte mehrerer Hüttenproducte. Leipzig 1840.
3) Bgwfd. I, 185. MERBACH c. l. S. 231—245.
4) MERBACH c. l. S. 168.

Anwendung erhitzter Luft erzielt hat, z. B. beim Eisenfrischen[1]) und beim Abtreiben[2]).

Das meiste Glück hat die erhitzte Gebläseluft bei Prozessen gemacht, wo es auf Erzeugung höherer Temperaturen und eine kräftig reducirende Wirkung ankommt (Eisenhohofenprozess[3]), weit weniger da, wo die Temperatur nur so hoch gehalten werden muss, dass sich bei derselben gewisse Metalloxyde reduciren, andere aber im oxydirten Zustande verharren, um verschlackt zu werden, und eine gebildete Nase (S. 457) nicht weggeschmolzen wird [Blei-[4]), Kupfer-[5]) und Silbergewinnungsprozesse].

Bei Prozessen der letzteren Art findet man noch hin und wieder heisse Luft angewandt, wenn es auf ein rasches reducirendes Schmelzen ohne gleichzeitige Verschlackung von Oxyden ankommt [Hammergaarmachen des Rosettenkupfers[6])] oder wenn, ohne eine wesentliche reducirende Wirkung auszuüben, Schwefelungen aus strengflüssigen Erden ausgeschmolzen werden müssen [Verschmelzen der Kupferschiefer[7]), Silberroharbeit[8])]. Auch beim Umschmelzen des Roheisens in Kupoloöfen[9]) wirkt heisse Luft auf Brenn-

1) Merbach c. l. S. 82—106. Bgwfd. II, 230; III, 463; IV, 94, 104, 417; VIII, 442. Hausmann, Studien des Götting. Vereins Bergm. Freunde IV, 65. Karst., Arch. 2 R. X, 703; XI, 171. B. u. h. Ztg. 1842. S. 373; 1844. S. 404; 1846. S. 878. Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. I. S. 229, 262.

2) Tunner's Leob. Jahrb. 1852. S. 191. B. u. h. Ztg. 1855. S. 106.

3) Hartmann, über den Betrieb der Hohöfen mit erhitzter Gebläseluft. 6 Hftc. Quedlinburg 1834—1841. Merbach. c. l. S. 1. Karst. Arch. 2 R. X, 703; XI, 171. Pogg. XXXIV, 163; XXXVII, 196; XXXVIII, 232; LX, 508. Bgwfd. IV, 40, 59, 94, 102, 329; V, 309; VII, 416; VIII, 545; IX, 554. Valerius, Handb. d. Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 262; Ergänzungen dazu 1853. S. 75.

4) Merbach c. l. 157, 164. Erdm., J. f. ök. Chem. XVI, 220. Ann. d. min. 3 sér. XVII. 1 livr. de 1841. S. 3. B. u. h. Ztg. 1845. S. 1079. Bgwfd. IX, 351.

5) Merbach c. l. S. 191.

6) B. u. h. Ztg. 1852. S. 586. Kerl, Rammelsberg. Hüttenproz. 1861. S. 114. Merbach c. l.

7) Merbach c. l. S. 191—202. Bgwfd. V, 211.

8) Merbach c. l. S. 111.

9) Karst. Arch. 2 R. IX, 217; XI, 198.

materialersparung, Eisenabgang und Schmelzgang vortheilhaft ein, weniger beim Umschmelzen in Flammöfen.[1])

Wirkung der erhitzten Luft.

Die Vortheile[2]), welche mit der Anwendung der erhitzten Gebläseluft, besonders bei der Roheisendarstellung, verbunden sind, können nach den bisherigen Erfahrungen folgende sein:

1) eine Erhöhung der Temperatur, und zwar:

a) in Folge der von der Luft mitgebrachten Wärme, welche nicht aus der Umgebung im Schmelzraum entnommen zu werden braucht, was eine Abkühlung herbeiführen würde. Die auf diese Weise entstehende Temperaturzunahme ist indess keine bedeutende und würde nur dann mit Vortheil zu nutzen sein, wenn die Luft durch Ueberhitze und nicht durch besonderes Brennmaterial erhitzt wird.

b) in Folge der erhöhten Verwandtschaft des Sauerstoffs der heissen Luft zum Kohlenstoff und Wasserstoff und der Fähigkeit der dünneren heissen Luft, das Brennmaterial vollständiger zu durchdringen. Dadurch verbrennen im kleinsten Raume zu gleicher Zeit mehr brennbare Theile als bei kalter Luft, was eine Vermehrung der Intensität der Wärme (S. 224) herbeiführt. Diese Wirkungsweise der heissen Luft gewährt solche Erfolge, dass es vortheilhaft sein kann, zur Lufterhitzung besonderes Brennmaterial zu verwenden, und sie tritt ausser in Schachtöfen besonders beim Verbrennen brennbarer Gase (S. 336) evident hervor. Nach den Versuchen von Pfort und Buff kann kalte Luft nicht unmittelbar zur Verbrennung dienen; sie muss erst eine gewisse Temperatur erlangen, wodurch in Folge grösserer Berührung mit Kohle mehr Kohlenoxydgas gebildet wird und somit keine sehr hohe Temperatur entstehen kann (S. 224).

1) Karst. Eisenhüttenkde. III, §. 751.

2) Theorien über die erhitzte Gebläseluft: von Buff und Pfort in Pogg. Ann. Bd. 34. S. 173. Bgwfd. IV, 102. Stud. d. Götting. Ver. Bergm. Freunde IV, 1. — Ebelmen in Valerius Roheisenerzeugung, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 281. Bgwfd. II, 470; VIII, 456. — Scheerer's Theorie in Dess. Metallurgie. I, 479; II, 140. Valerius c. l. S. 282. — Welkner in d. B. u. h. Ztg. 1854. S. 244. Berggeist 1858. S. 161. Thirria u. Ebelmen in Ann. d. min. 3 sér. T. 18. p. 183.

Nach SCHEERER [1]) gibt eine 0° warme Holzkohle, in 0° warmer Luft verbrannt, eine Temperatur von 2700° C., eine bis 400° C. erwärmte Holzkohle 2735° C. Wird die Luft aber auf 400° C. erhitzt, so ist die Verbrennungstemperatur nahe 3065° C. bei einer 0° warmen Kohle und 3100° C. bei einer 400° warmen Kohle.

Mit der Steigerung der Lufterhitzung nimmt zwar auch ihre Wirkung zu, aber sie findet ihre Grenze in der mangelhaften Dichtigkeit der Lufterhitzungsapparate in höheren Temperaturen sowohl, als in dem schädlichen Einfluss derselben auf den Schmelzgang, das Ofenbaumaterial und aufs Hauptproduct. Gewöhnlich erhitzt man die Luft nicht über den Schmelzpunct des Bleies (322° C.); es kommen jedoch Temperaturen bis 400° C. und darüber vor.

2) eine Brennmaterialersparung. [2]) Nimmt man den Schmelzpunct des Roheisens bei 1200° C. an und erhitzt die Luft bis 200°, so erhält man schon direct eine Ersparung von $^1/_6$ Brennmaterial. Weit grösser wird dieselbe aber in Folge der durch die grössere Affinität gesteigerten Hitze im Ofen, welche geringere Kohlengichten und höheren Erzsatz zulässt. Je höher man die Temperatur steigert, um so mehr kann man zwar an Brennmaterial abbrechen, aber es muss hierbei eine gewisse Grenze inne gehalten werden, damit sich eine hinreichende Menge reducirender und kohlender Gase bilden kann. Ein fernerer Grund der Brennmaterialersparung liegt darin, dass der dünnere heisse Wind schneller und leichter in die Poren des Brennmaterials eindringt und bei der richtigen Pressung dasselbe im Niveau der Form in horizontaler Richtung durchdringt. Dadurch wird der Reductions- und Schmelzpunct tiefer gelegt, als bei kalter Luft, die heissen Gase müssen einen längeren Weg durchlaufen, ehe sie zur Gicht gelangen und können ihre Wärme an das Erz vollständiger abgeben, in Folge dessen die Gichtgase kühler entweichen. Auch bleiben die Erze längere Zeit mit den reducirenden Gasen in Verbindung.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 494.
2) KRAUS, Jahrb. 1852. S. 117.

SEFSTRÖM gibt die relative Temperatur in verschiedenen Theilen des Hohofens bei kaltem und warmem Winde wie folgt an.

	Kalter Wind.	Warmer Wind.
Im untern Theil der Gicht . .	800° C.	500° C.
Auf 3/4 der Schachthöhe . . .	1000 „	800 „
„ 1/2 „ „ . . .	1200 „	1000 „
„ 1/4 „ „ . . .	1400 „	1400 „
im Gestell	1600 „	1700 „

Während durch Anwendung erhitzter Luft die Ersparung bei weichen Holzkohlen 15—20% beträgt, ersparte man bei Steinkohlen 40%, nach PORTER in Schottland bis 72%.[1])

3) eine grössere Production.[2]) Soll unter sonst gleichen Umständen kalte Luft durch heisse ersetzt werden, so muss letztere, weil sie das Brennmaterial leichter durchdringt, mit geringerer Pressung einströmen.[3]) Dabei kommt in gleichen Zeiten weniger Sauerstoff in den Ofen, es verbrennt weniger Brennmaterial und die Gichten gehen langsamer nieder. Trotz dieser Verminderung des Gichtenganges (S. 454) steigert sich aber die Production, weil bei der herrschenden höheren Temperatur ein höherer Erzsatz gegeben und dadurch die Anzahl der Gichten reichlich wieder ausgeglichen wird. Während bei kalter Luft die Hitze im Gestell nur in einem kleinen Raume concentrirt ist, so herrscht sie bei heissem Winde über den ganzen Querschnitt des erweiterten Gestelles, was auch auf die Erhöhung der Production, welche in gleichen Zeiten um mehr als die Hälfte steigen kann, influirt. Gewöhnlich behält man nicht dieselbe Menge Brennmaterial, wie bei kaltem Wind, bei und steigert bei Anwendung der erforderlichen Menge heissen Windes die Production nicht auf ein Maximum, sondern man nimmt bei keiner so hohen Production gleichzeitig auf eine Brennmaterialersparung Rücksicht.

1) VALERIUS c. l. S. 284.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 244.
3) Vergleich zwischen Geschwindigkeit, Volum, Gewicht und Effect kalter u. heisser Luft in: RITTINGER's Centrifugal-Ventilatoren. 1858. S. 74. — MAYRHOFER in KRAUS' Jahrb. 1852. S. 47.

Sowohl bei zu starker, als zu schwacher Windpressung zieht sich die Verbrennung mehr über die Form hinauf, wobei viel unnütze Wärme durch die Gichtgase verloren geht und Unregelmässigkeiten im Schmelzprozess eintreten können.

4) ein regelmässiger Ofengang[1]), indem sich Unfälle, welche durch zufällige Abkühlung eintreten, durch Temperaturerhöhung häufig rascher beseitigen lassen, als durch jedes andere Mittel (S. 464). Auch das Anblasen der Oefen wird bei Anwendung von heisser Luft beschleunigt, die Schlacken fallen flüssiger aus und gestatten eine leichtere Abscheidung mechanisch eingeschlossener Metalle.

5) die oft vortheilhafte Verschmelzung schwefelhaltiger oder schwerreducirbarer leichtflüssiger Eisensteine.[2]) Schwefelhaltige Eisensteine mit Kalkzuschlägen bei hoher Temperatur, also bei erhitzter Gebläseluft verschmolzen, liefern ein weit besseres Roheisen, als bei Verarbeitung mit kalter Luft in niederer Temperatur. Auf die Abscheidung eines Phosphorgehaltes wirkt die erhitzte Luft nach den Versuchen von PRICE und NICHOLSON[3]) nicht ein. Nach WRIGHTSON[4]) reducirt heisser Wind mehr Phosphorsäure. Da bei heisser Gebläseluft in den oberen Ofentheilen niedrigere Temperaturen herrschen, als bei kaltem Winde, und die Gichten langsamer niedergehen, so kommen leichtflüssige, schwer reducirbare Eisensteine, z. B. Eisenfrischschlacken, bei ersterer besser vorbereitet ins Gestell, als bei letzterer.

Nachtheil. Wirkung der erhitz. Luft.

Die nachtheiligen Wirkungen der erhitzten Gebläseluft können bestehen:

1) in einer Verschlechterung des Hauptproducts.[5]) Reine Eisensteine geben, bei kalter Luft verarbeitet, ein siliciumfreieres Roheisen, als bei erhitzter Luft,

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243. LEONHARD, Hütteneerzeugnisse. 1858. S. 101.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 227.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 73.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 480.
5) WACHLER in Bgwfd. IX, 257. B. u. h. Ztg. III, 304. WACHLER, Eisenerzeugung Oberschlesiens. Hft. 3. S. 76.

welche durch die Temperatursteigung zur Reduction von Silicium, Calcium etc. beiträgt. [1])

2) in einer rascheren Zerstörung der Ofenbaumaterialien [2]) bei der höheren Temperatur, namentlich bei grossen Productionen und leichtflüssigen Eisensteinen (z. B. Kohleneisensteinen). Bei richtiger Leitung des Hohofenbetriebes und nicht zu hoher Windtemperatur kann man aber, wie bei kalter Luft, mehrjährige Campagnen machen. [3])

3) in vermehrter Ablagerung von zinkischen Ofenbrüchen an den Wänden des Ofenschachts. [4]) Beim Verschmelzen zinkischer Eisenerze mit kaltem Wind wird in Folge der an der Gicht herrschenden höheren Temperatur (S. 638) das meiste Zink verflüchtigt, die Gicht raucht stark (S. 464) und es bilden sich nur wenige Ansätze (Gichtschwämme) im oberen Theil der Gicht. Da bei heisser Luft eine Abkühlung der Gicht eintritt, so nimmt die Ofenbruchbildung selbst tiefer unter der Gichtmündung zu und die Gichtflamme raucht weniger stark. Das Entgegengesetzte soll zu Geislautern eingetreten sein. [5])

Classification.

§. 103. **Winderhitzungsapparate.** [6]) So verschieden auch die Lufterhitzungsapparate ihrer Gestalt nach sein mögen, so lassen sich dieselben doch nach der Art der Lufterhitzung auf nachstehende Principien zurückführen:

CABROL'sches Princip.

A. **Erhitzung der kalten Luft durch Vermengung mit heissen Verbrennungsgasen.** Bei diesem

1) Durch BODEMANN's Analysen nachgewiesen. POGG. B. 55. S. 485.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243.
3) KRAUS, Oesterr. Jahrb. 1848. S. 27, 30; 1855. S. 436, 439.
4) B. u. h. Ztg. 1854. S. 245. VALERIUS, Roheisenbereitung, deutsch v. HARTMANN. 1851. S. 263.
5) LEONHARD, Hüttenerzeugnisse. 1858. S. 103.
6) MERBACH, Erläuterungen der vorzüglichsten Apparate zur Erwärmung der Gebläseluft, mit einem Atlas von 35 lith. Taf. und 2 Beilagen (über die Heizkraft der Brennmaterialien mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung der warmen Luft und der Wasserdämpfe, sowie über die Temperatur, bei welcher sich verschiedene Brennmaterialien entzünden). Freiberg 1840. — B. u. h. Ztg. 1842. S. 757. Bgwfd. XI, 37. Polyt. Centr. 1854. S. 593.

von CABROL [1]) angegebenen Principe wird in einem geschlossenen Raume mittelst eines Theils des zugeführten Gebläsewindes Brennmaterial auf einem Roste verbrannt und die dabei erhitzte Luft nebst den entstandenen gasförmigen heissen Verbrennungsproducten durch weite Rauchröhren über den Formen in den Eisenhohofen eingeführt, während ein anderer Theil Gebläseluft in Röhren erhitzt wird, welche in den weiten Rauchröhren fortlaufen, und dann durch die Formen in den Ofen tritt. Behuf des Nachschürens von Brennmaterial ist der Kasten mit einem Vorraum und luftdicht verschliessbaren Thüren versehen. Gewährt gleich dieser, nur wenig in Anwendung gekommene Apparat eine vortheilhafte Ausnutzung der Wärme, so ist doch das gleichzeitige Einleiten von verbrannten Gasen meist nicht förderlich, es sei denn, dass man eine grössere Menge kohlenstoffhaltiger Gase in den Ofen führen wollte, als der verbrannte Brennstoff liefern kann (Anwendung von gasförmigen Brennmaterialien beim Hohofenbetriebe).

Gewöhnlic Princip

B. Erhitzung der Luft in geschlossenen eisernen Behältern von aussen. Die hieher gehörigen Apparate zerfallen nach ihrer Hauptgestalt in Kasten- und Röhrenapparate und in Combinationen beider. Die Heizung derselben geschieht entweder durch eine besondere Feuerung oder durch die Ueberhitze von anderen Feuerstätten.

Heizobe fläche.

Um ein gegebenes Windquantum beim Durchströmen des Apparates auf eine bestimmte Temperatur zu erhitzen, muss derselbe eine gewisse Oberfläche erhalten. Nach WEISBACH's [2]) Berechnungen kann 1 Quadratmeter Heizfläche etwa 1 Cubikmeter Wind oder 0,314 Quadratfuss 1 Cubikfuss Wind auf 300° C. erhitzen. Der Brennstoffaufwand, um 1 Cubikmeter Luft auf 300° C. zu bringen, beträgt etwa $^1/_{15}$ Kil. Holz oder $^1/_{30}$ Kil. Steinkohle.

Da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, so muss sie der Wärme in möglichst dünnen Schichten dargeboten wer-

1) DINGL. LXI, 123; LXIV, 140. ERDM., J. f. pr. Chem. VII, 105.
2) WEISBACH, Ingen.- u. Maschinen-Mechan. Bd. 3. S. 1081.

den, weshalb die Erwärmung um so vortheilhafter stattfindet, je grösser das Verhältniss des Umfanges zum Inhalt des Querschnittes des Apparates und je länger die erhitzte Windleitung ist. Aus diesem Grunde haben z. B. bei Röhrenapparaten elliptische Röhren vor kreisrunden und ein ganzes System von Röhren vor einer einzigen schlangenförmigen Röhre den Vorzug. Da mit der Vergrösserung der Oberfläche und der Länge der Röhren die Reibungswiderstände wachsen, so setzt die Erfahrung ihrer Grösse bestimmte Grenzen entgegen. Man lässt die Geschwindigkeit der Luft in den Röhren 10—12 Meter in der Secunde nicht übersteigen, weil sonst merkbare Pressungsverluste entstehen.[1])

Erhitzungsmethoden.

Die Erhitzung hierher gehöriger Apparate geschieht entweder:

a) durch eine besondere Feuerung in einem nahe bei der Düse befindlichen Zugofen, um die Abkühlung der erhitzten Luft möglichst zu vermeiden. Derartige Vorrichtungen (Taf. XVI. Fig. 393, 394) findet man am häufigsten bei Cokeshohöfen, wo es entweder an Raum zur Aufstellung des Apparates neben der Gicht fehlt, oder bei hohen Oefen lange Wind- oder Gasleitungsröhren erforderlich sein würden. Man leitet den kalten Wind entweder am heissesten Puncte des Erhitzungsapparates, über der Feuerung, ein und führt den erhitzten Wind am kältesten Puncte oben ab, wobei man zwar keine so starke Erhitzung erreicht, aber den Apparat mehr schont, oder man verfährt umgekehrt, wenn es auf eine stärkere Winderhitzung ankommt. Dabei vermeidet man, dass die Röhren etc. direct von einer Stichflamme getroffen werden.

b) durch die Ueberhitze (Gichtflamme) von anderen Feuerungen (S. 307). Bei Herdöfen, z. B. bei Frisch- und Ausheizfeuern, legt man den Apparat so über die Flamme, dass derselbe möglichst von allen Seiten

1) Vorschriften üb. Einrichtung der Winderhitzungsapparate: MERBACH c. l. S. 80. VALERIUS' Roheisenbereitung, deutsch v. HARTMANN. 1851. S. 287. WEISBACH c. l. S. 1082: Beispiel zur Berechnung der Dimensionen eines Röhrenapparates.

getroffen wird, oder derselbe befindet sich theilweise im Mauerwerk, so dass nicht alle Seiten geheizt werden. Sind derartige Herdöfen mit Vorwärmherden versehen, so wird das Anbringen der Luftwärmapparate umständlicher.[1])

Bei Flammöfen findet die Lufterhitzung gewöhnlich im unteren Theile der Esse (Taf. V. Fig. 112, 113), zuweilen auch im Fuchs (Taf. V. Fig. 119), in der Feuerbrücke (Taf. IV. Fig. 106) oder im Aschenfall (Taf. IV. Fig. 96, 97) statt.

Bei Schachtöfen wird, wo es die Localität gestattet, der Winderhitzungsapparat neben die Gicht gelegt und die kalte Luft von der Hüttensohle empor und die erhitzte Luft wieder nach unten geleitet, z. B. häufig bei Holzkohlenöfen (Taf. III. Fig. 84; Taf. XVI. Fig. 391). Damit bei langen Windleitungen die Temperatur vor dem Eintritt in die Düse nicht zu sehr sinkt, legt man die Windröhren entweder ganz ins Rauhgemäuer des Ofens oder überzieht sie mit einem schlechten Wärmeleiter, z. B. Thon, oder umgibt sie mit einer gemauerten Hülle und füllt den Zwischenraum zwischen dieser und der Röhre mit schlechten Wärmeleitern aus u. dgl. m. Trotzdem kann doch der heisse Wind bei grösserer Entfernung des Erhitzungsapparates von der Düse 40—70° und mehr an seiner Temperatur verlieren.

Ist der Raum an der Gicht zu beengt, oder ist bei höheren Oefen zu fürchten, dass durch zu lange Windleitungsröhren die Pressung des Windes zu sehr abnimmt, so legt man wohl den Winderhitzungsapparat auf die Hüttensohle in möglichste Nähe der Düse und leitet die Gichtgase von der Gicht herab in diesen Apparat[2]) (Taf. III. Fig. 76; Taf. IV. Fig. 88, 89; Taf. XVI. Fig. 395).

Zuweilen erhalten derartige Vorrichtungen noch eine besondere Reservefeuerung, wenn die Gichtflamme etwa ihre Dienste nicht in vollem Maasse leisten sollte.

---

1) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. 1858. Bd. 1. S. 229, 231, 262. Tunner, Leob. Jahrb. 1855. Bd. V. Taf. 3.
2) Lossen's Apparat zur Michelbacher Hütte im Nassauischen: Tunner, Leoben. Jahrb. 1855. V. S. 282.

Hierher gehören auch die Einrichtungen[1]), bei welchen in den Formen eine Winderhitzung stattfindet und wobei dieselben abgekühlt und länger conservirt werden (Taf. VII Fig. 193).

Nach JEEP[2]) finden bei durch Hohofengase geheizten Windwärmapparaten an der Gicht folgende Mängel statt: die Gicht wird verengt und bei Röhren mit elliptischem Querschnitt und 160 F. Länge erreicht der Wind nur eine Temperatur von 150—160° R., die Anlagen und Unterhaltungskosten werden durch die beiden Röhrenleitungen vergrössert, und eine Erniedrigung von 30° R. beim Gange nach unten ist nicht zu vermeiden. Auch tritt bei Reparaturen in solchen Apparaten die Gichtflamme hindernd auf und es können Betriebsstörungen entstehen.

Die von Gichtgasen erhitzten Winderhitzungsapparate gewähren wegen gleichmässigerer Vertheilung der Hitze eine längere Dauer, als solche mit directer Steinkohlenfeuerung. Auf dem Ormesby-Eisenwerk leisten zwei Winderhitzungsöfen mit Gasfeuerung mehr als drei Oefen mit Steinkohlenheizung. Die Vortheilhaftigkeit der einen oder andern Methode in ökonomischer Hinsicht hängt aber vom Preise der Steinkohlen und der Hohofencokes ab. Bei einem Ofen mit Gichtgasfang, also mit geschlossener Gicht, entweichen die Gase mit einer Temperatur von etwa 450° F. Bei offener Gicht dagegen entsteht durch deren Verbrennung eine Temperatur von 1000—2000° F. In Folge dessen werden die Schmelzmaterialien bei letzterer Einrichtung besser vorbereitet als bei ersterer und es sind zur Darstellung derselben Eisenqualität unter gleichen Umständen in einem Ofen mit geschlossener Gicht 10% Brennmaterial mehr nöthig, als in einem mit offener Gicht. Je nachdem nun dieser Mehraufwand an Cokes mehr oder weniger werth ist, als die zum Heizen des Windes, des Dampfkessels etc. erforderlichen Steinkohlen, wird die Benutzung der Gichtgase mehr oder weniger vortheilhaft sein. Hierin liegt ohne Zweifel eine Ursache der in verschiedenen Gegenden über die Vortheilhaftigkeit der Gichtgasbenutzung verbreite-

1) Polyt. Centr. 1855. S. 554.
2) Polyt. Centr. 1857. No. 19. Berggeist 1858. S. No. 6.

ten Ansichten (Polyt. Centr. 1861. S. 266). Ein Ofen mit 200 Tonnen wöchentlicher Production und einem Verbrauche von 300 Tonnen Cokes liefert eine Quantität Gas, welche 150 Tonnen Steinkohlen per Woche aequivalent ist. (Ueber die Bestimmung der Menge und der Zusammensetzung der Gichtgase siehe: MAYRHOFER in der Oesterr. Ztschr. 1861. S. 82 und im Leoben. Jahrb. 1861.)

Von den Vorrichtungen zum Waschen der Gichtgase war S. 318 die Rede; eine neuere Vorrichtung ist in der Oesterr. Ztschr. 1861. Nro. 14 beschrieben.

Wie bereits angeführt, lassen sich die hierher gehörigen Winderhitzungsapparate eintheilen in:

Kastenapparate.

1) Kastenapparate[1]), gusseiserne, durch Scheidewände in Abtheilungen gebrachte, mehr breite, als tiefe Kästen von der verschiedensten Form, in denen der Wind circulirt und sich erwärmt, indem entweder sämmtliche Seiten oder nur eine Seite des Kastens von der Flamme getroffen wird, während die andern eingemauert sind. Die Kastenapparate werfen sich und springen leicht, werden dadurch luftlässig, veranlassen bei starker Erhitzung einen bedeutenden Pressungsverlust wegen der Reibungswiderstände an den Scheidewänden und müssen, was die Kosten erhöht, sehr massiv hergestellt werden, damit sie bei ihrer grossen Fläche und bei ungleicher Erhitzung nicht allzu leicht undicht werden. Man wendet dieselben deshalb nur noch bei offenen Feuerungen, z. B. bei Schmiede- und Frischfeuern an, wo ein complicirterer Apparat nicht erforderlich ist und bei der Arbeit hinderlich sein würde. Die Luft wird rascher erhitzt, wenn der Apparat frei über der Flamme sich befindet, als wenn er theilweise eingemauert ist (TUNNER c. l. S. 230).

Hierher gehören auch die schwedischen Glockenapparate (Taf. V. Fig. 116), der Kastenapparat in dem Fuchse eines Flammofens (Taf. V. Fig. 119), Vorrichtungen in der Feuerbrücke zur Lufterhitzung (Taf. IV. Fig. 106), THOMAS und LAURENS Apparat[2]), u. A.

1) MERBACH c. l.
2) VALERIUS, Roheisendarstellung, deutsch von HARTMANN. Suppl. 1853. S. 75.

Röhrenapparate.

2) **Röhrenapparate.** Von den sehr mannichfaltigen Constructionen dieser Art (Merbach c. l. S. 5) werden die nachstehenden am häufigsten angewandt:

Wasseralfinger Apparat.

a) **Der Wasseralfinger Apparat.**[1]) Derselbe besteht in seiner ursprünglichen Einrichtung, wie sie noch an vielen Orten besteht, aus einem System von horizontalen gusseisernen Röhren, in mehreren Reihen über und nebeneinander in einem ummauerten Raum angeordnet und die Enden durch Bogenröhren so mit einander verbunden, dass ein ununterbrochener Röhrenstrang entsteht. Seltener liegen die geschlängelten Röhren frei über der Flamme, z. B. bei Frischfeuern (Tunner c. l. S. 231). Die von oben, häufiger von unten (S. 642) eingeleitete kalte Luft circulirt in den Röhren mit kreisrundem Querschnitt und diese liegen entweder über einer Rostfeuerung oder werden von der durch einen Canal eingeleiteten Gichtflamme oder von Hohofengasen erhitzt. Im Gewölbe des Ofens sind mit einer Esse in Verbindung gesetzte Züge zur Ableitung der Flamme angebracht und zur Regulirung der Hitze die Esse mit einer Klappe versehen, so wie auch der Gaszuführungscanal mit einem Schieber. An der Vorderseite des Apparates befinden sich mehrere, mit Schiebern verschliessbare Oeffnungen über einander, durch welche Verbrennungsluft eingelassen, die Temperatur beobachtet und eine Reinigung vom Flugstaub vorgenommen werden kann. Die Bogenröhren liegen ausserhalb des Apparates, was bei Reparaturen, die meist nur an deren Verbindungsstellen vorkommen, sehr zweckmässig ist. Die Verbindung der geraden und Bogenröhren geschieht durch Muffen und Ausfüllen des freien Raumes in den Muffen durch Einstampfen eines aus 7 Volumtheilen feinen Eisenfeilspänen und 2 Volumtheilen fettem, feuerfesten Thon und Essig bereiteten Kittes. Die 4—8 Fuss langen Röhren mit 8—10 Z. Durchm. und 1—1½ Z. Wandstärke sind durch eiserne Tragbalken unterstützt und liegen in etwa 6—12 Z. Entfernung neben einander. Je näher die Röhren zusammenliegen, um so besser lässt sich zwar die Wärme ausnutzen, um so leichter werden sie aber zerstört.

1) Ann. d. min. 3 sér. IV, 77. Merbach c. l.

Man stimmt die Temperatur im Apparate durch Zulassen von mehr oder weniger Gasen und von kalter Verbrennungsluft; ein öfteres Reinigen der Röhren vom Gichtrauch trägt zur Steigerung der Windtemperatur bei.

Derartige Apparate empfehlen sich durch Einfachheit und Wohlfeilheit, lassen sich leicht anbringen und die Reparaturen in den Muffenverbindungen sind bequem und ohne Unterbrechung des Betriebes vorzunehmen. Dagegen verlangen sie, wenn grössere Windmengen höher erhitzt werden sollen, weitere und längere Röhren, wobei die Pressung durch stärkere Reibung vermindert wird, ein kräftiges Gebläse vorhanden sein muss und die Luft im Inneren der Röhren weniger, als an den Wänden erhitzt wird. Man findet deshalb diese Apparate am häufigsten da, wo keine sehr grossen Windmengen mit hohen Temperaturen erforderlich sind (Holzkohlenhohöfen, Kupoloöfen, Frischfeuer, bei der Verbrennung gasförmiger Brennmaterialien etc.).

Verbesserungen des Wasseralfinger Apparates.

Zur Verminderung der Windreibung an den Röhrenwänden hat es sich als vortheilhaft erwiesen, die ganze Luftmenge statt durch einen Röhrenstrang allein durch zwei getheilte Stränge nebeneinander gehen zu lassen, indem man die Luftzuführungs- und Ableitungsröhren mit einer Knieröhre in Verbindung setzt, z. B. auf den Oberharzer Eisenhütten (Taf. XVI. Fig. 391, 392). *A* Röhre, durch welche die vom Gebläse kommende kalte Luft in die Knieröhre *a* eintritt, sich hier theilt, durch 6 Röhren circulirt, sich in der Knieröhre *b* wieder vereinigt und durch *B* in den Ofen abgeleitet wird. *c* Canal, durch welchen die Gichtflamme in den Erhitzungsapparat tritt. *d* Esse mit einer Klappe *e* verschliessbar. *f* Schieber zur Regulirung des Zutritts der Gichtflamme. *g* Canäle zur Reinigung des Apparates und Stimmung der Temperatur durch Zulassen von kalter Luft. Die Gicht wird mit einem Deckel mehr oder weniger verschlossen gehalten. Gusseiserne Gichtdeckel sind billiger, als blecherne, nur müssen sie beim Ausblasen der Oefen vor dem Springen geschützt werden.

Zur vollständigeren Durchwirkung der Lufterhitzung bis zur Mitte der Röhren hat man denselben bei neueren Apparaten einen elliptischen Querschnitt gegeben. Ein

solcher Apparat zur Hasslinghäuser Hütte[1]) (Taf. XVI. Fig. 393, 394), welcher sich durch einfache Construction und starke Winderhitzung auszeichnet, enthält 36 Röhren *a* von 9½ F. Länge, 3 Z. lichter Weite und 13 Z. lichter Höhe; je 6 Röhren liegen neben einander auf der hohen Kante und sind ausserhalb des Apparates durch krumme Röhren *b* mit einander verbunden. Der kalte Wind tritt durch *c* ein und die erhitzte Luft durch *d* aus. *e* Feuerungen. *f* Scheidewände. *g* Züge. Bei 22 Fuss Höhe hat der Apparat nur eine Basis von 8.10 = 80 Q. F.

Schottischer Apparat.

b) Der schottische Apparat (CALDER'scher, stehender oder Hosen-Windwärmapparat). Zwei horizontale, in einiger Entfernung parallel neben einander liegende Grundröhren (Taf. XVI. Fig. 395—397), von der Weite der Windleitung oder noch weiter, enthalten auf ihrer ganzen Länge correspondirende Muffen, in welche Bogenröhren eingesteckt und verkittet werden. Man gibt den 3—6 Z. weiten Bogenröhren zusammen gewöhnlich einen etwas grösseren Querschnitt, als die Windleitungsröhre hat, damit der Wind in denselben keine grössere Geschwindigkeit annimmt. Die Anzahl, Weite und Höhe dieser Röhren hängt von der zu erhitzenden Windmenge und den zu erreichenden Temperaturgraden ab. Eine grössere Zahl engerer Röhren ist für die Erhitzung wirksamer, als eine kleinere Zahl mit grösserem Durchmesser. Der gerade Theil der Bogenröhren steht auf den horizontalen Röhren geneigt und dieselben sind entweder in einem Stück gegossen oder zwei gerade Röhren durch ein Bogenstück mittelst Muffen und Eisenkitt verbunden.

Der ganze Apparat befindet sich in einem gemauerten Raum mit zusammengezogenem Gewölbe.

Die Heizung der Röhren geschieht auf die Art, dass man unter die Mitte der horizontalen Röhren einen Rost für directe Feuerung legt oder hier die Gichtgase einströmen lässt und dann an beiden Enden im Gewölbe Flammenzüge anbringt, oder man legt den Rost, resp. die Gaszuführungs-

1) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1857. I, 299. B. u. h. Ztg. 1858. S. 86. HARTMANN, Fortschr. d. Eisenhüttengewerbes. 1858. S. 91.

öffnung (Taf. XVI. Fig. 395) an die eine schmale Seite unter den horizontalen Röhren und theilt den innern Raum durch eine nicht ganz bis zum Gewölbe reichende Scheidewand in zwei Theile. Die Flamme durchstreicht die Röhren der ersten Abtheilung, passirt die Oeffnung über der Scheidewand und wird in der zweiten Abtheilung durch einen Fuchs am Boden derselben nach unten gezogen. Letzterer steht mit einer Esse in Verbindung.

Man lässt den kalten Wind entweder an dem einen Ende der ersten horizontalen Röhre einströmen, wo er sich dann in die einzelnen Bogenröhren vertheilt, sich in der zweiten horizontalen Röhre sammelt und am entgegengesetzten Ende derselben ausströmt, oder der kalte Wind tritt in der Mitte der einen Grundröhre ein und entweicht an einem Ende der anderen. Man kann aber auch dem Winde noch andere Directionen geben. Bei einem Vordernberger Winderhitzungsapparat (Taf. XVI. Fig. 395—397) strömt der Wind in der Mitte der ersten Grundröhre *A* durch *C* ein, vertheilt sich durch die in Muffen *a* befestigten stehenden Röhren *b* und zieht am Ende der zweiten Grundröhre *B* bei *D* aus. Die von der Gicht des Eisenhohofens nach dem Behälter *D* herabgeleiteten Gichtgase (Taf. III. Fig. 76; Taf. IV, 88, 89) treten durch den Schnabel *f* in den Apparat und werden von der durch den Rost *g* einströmenden Luft verbrannt. Der Aschenfall ist mit zwei Flügelthüren versehen. Die Flamme umspielt die Röhren in der ersten Abtheilung, zieht über die Scheidewand *d* hinweg, senkt sich und die verbrannten Gase treten durch den horizontalen Canal *E* am Boden in die seitlich gelegene Esse *F*. Der Staub rollt auf den schiefen Ebenen *e* herab. *m* sind Reinigungsthüren. *G* Schieber in dem Canal *E*.

Derartige Apparate geben im Vergleich mit Wasseralfinger Apparaten stärker erhitzten Wind, welcher bei seinem kürzeren Wege weniger Reibungswiderstand findet, und lassen sich sowohl für kleinere Windmengen [Frischfeuer [1])], als besonders für grössere anwenden [z. B. bei Cokeshohöfen häufig in England und Schottland, sowie auch bei Holz-

1) Tunner c. l. Bd. I. Taf. IV. Fig. 1. u. 2.

kohlenöfen, wie in Vordernberg[1]), im Thüringschen[2]), in Steyermark [auf dem Fürst SCHWARZENBERG'schen Werk], der Flugstaub setzt sich auf den geneigten Röhren weniger an und veranlasst eine seltenere Reinigung. Dagegen springen aber die Röhren leicht in dem Bogen beim Abkühlen und Wiedererhitzen, namentlich, wenn sie in einem Stück gegossen sind, und lassen sich während des Betriebes nicht repariren, weshalb man sie beim Schadhaftwerden vorläufig schliessen muss. Der ganze Apparat ist complicirter, kostspieliger und weniger leicht anzubringen, als der Wasseralfinger. Localverhältnisse müssen über die Auswahl der einen oder anderen Vorrichtung entscheiden.

Verbesserungen an schottischen Apparaten.

Um dem CALDER'schen Apparat mehr Dauer zu geben, namentlich bei dessen Abkühlung und Wiedererhitzung das Bersten der Röhren zu vermeiden, wendet man bei den Hohöfen der Hütte Deutschholland bei Duisburg und der Clarencewerke[3]) statt der Bogenröhren zwei Reihen einander gegenüberstehender, an ihren oberen Theilen nicht mit einander verbundener Steigröhren T' (Taf. XVI. Fig. 398—400) an, welche durch eine vertikale Scheidewand L in zwei Abtheilungen getheilt sind. Je 16 Steigröhren sind auf einer der Grundröhren T befestigt, welche letztere aus zwei bei HR vereinigten Theilen bestehen und drei durch Scheidewände vollständig abgesperrte Räume $CDER$, EDH und HDC enthalten. Die kalte Luft tritt durch A in die erste Abtheilung CDH, zieht in den einzelnen Steigröhren in der einen Hälfte t in die Höhe, steigt in der andern t' nieder und gelangt in den Raum $CDER$, von wo sie in den Steigröhren t'' auf und in t''' nieder in die Abtheilung HDE steigt und aus dieser im erhitzten Zustande durch B abgeführt wird. F Herd. G Röhre zur Zuführung von Hohofengasen. O Zugcanal. P Essenklappe.

Apparat für Kupoloöfen.

c) Ringförmige Apparate. Ein über der Gicht der Kupoloöfen angebrachter Apparat (Taf. XVI. Fig. 401—403) besteht häufig aus zwei parallel und horizontal über einan-

1) RITTINGER's Erfahrungen. 1858. S. 31. KRAUS, Jahrb. 1855. S. 138.
2) Berggeist 1860. S. 432.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 46. — Schles. Wochenschrift. 1860. No. 46.

ler gelegenen hufeisen- oder ringförmigen Röhren A und B, lurch 12 Scheidewände in eben so viele besondere Räume abgetheilt, welche durch vertikale Röhren mit einander erbunden sind. Die aus d in das Ansatzrohr c eintretende alte Luft passirt auf- und absteigend die von der Gichtamme erhitzten Kästen und Röhren und gelangt im erhitzm Zustande durch das Ansatzrohr c in die Windleitungsöhre e. g Ständer. f Gichtplatte des Kupoloofens.

Bei dem LOSSEN'schen Apparate[1]) zur Michelbacher Hütte in Nassau stehen Röhren im Kreise, welche durch ogenröhren verbunden sind. Die Röhren werden in einem emauerten Raume neben der Form durch Hohofengase erhitzt, welche von der Gicht herabgezogen sind.

d) Apparate mit concentrischen Röhren. Man ietet die Luft der Einwirkung der Wärme in dünnen Schichen auf die Weise dar, dass man dieselbe zwischen zwei oncentrischen Röhren durchströmen lässt, während die ichtflamme im Innern der kleinen Röhre circulirt und die rosse Röhre umspielt. Die Luft muss der Flamme entgegengeführt werden. Die Röhren können horizontal liegen der aufrecht stehen [früherer Ilsenburger Apparat[2])].

Erfüllen zwar derartige Apparate hinsichtlich der Lufthitzung ihren Zweck, so werden sie doch durch verschieene Ausdehnung der Röhren leicht schadhaft.

Zuweilen geschieht die Erhitzung ähnlich, wie die des Wassers in Dampfkesseln (Vordernberg).

Winderhitzung nach dem Regeneratorprincipe.

C. Erhitzung der Gebläseluft nach dem Regenerationsprincipe. Bei den gewöhnlich angewandten Lufthitzungsapparaten findet bei Uebertragung der Wärme auf isen und davon erst auf die Luft ein bedeutender Wärmeerlust statt, die Flamme entweicht immer mit einer noch hen Temperatur, ohne die Luft höher als auf 300—350° hitzt zu haben. Die Reibung des Windes in den Röhren ranlasst Pressungsverluste, die Wärme dringt häufig nur nige Zoll weit in die Röhren ein, diese brennen leicht urch und lassen sich schwer dicht halten etc.

1) TUNNER, Leob. Jahrb. 1855. V, 282.
2) SCHEERER, Metallurgie II, 104.

Alle diese Uebelstände werden vermieden und eine weit stärkere Lufterhitzung erreicht, wenn man in einem Ofen (Generator) eine grosse Menge regelmässig angeordneter feuerfester Steine durch eine eingeleitete Flamme stark erhitzt, dann letztere abstellt, eine Zeitlang die kalte Ge-

…EMENS' Ofen.

bläseluft zwischen den glühenden Steinen hindurchstreichen und sich erhitzen lässt, worauf man abermals die Flamme zu den Steinen führt, w[illegible]hzeitig ein zweiter Generator zur Luftheizung dient[illegible]) hat dieses Princip (Regenerationsprincip) zuerst[illegible]öfen angewandt (S. 504) und

…FFT's …ren der …itzung.

Temperaturen bis [illegible] Von KRAFFT[2]) ist dasselbe auf die Erhitzung [illegible]uft ausgedehnt, indem derselbe kalte Luft dur[illegible]te thönerne Muffeln leitet, welche glühende Thon[illegible]nthalten. Während man in Röhren höchstens nur [illegible]turen bis 600° C. hervorbringen kann, so lasse[illegible]ich diesem Verfahren durch Verbrennen von 1 Kil[illegible]kohlen 36 Cubikmeter Luft um 1000° C. erhitzen.

COWPER's …ufterhitzgs.-apparat.

In der neuesten Zeit hat COWPER[3]) dieses System unter Anwendung von Gichtgasen und directer Feuerung in die Praxis eingeführt. Ein Winderhitzungsapparat mit directer Feuerung hat nachstehende Einrichtung (Taf. XVI. Fig. 404—406). *A* Steinkohlenfeuerung. *B* Regenerator. *C* Essenklappe. *D* Verschiebbare Thür mit Wasserfüllung vor dem Feuerungsraum. *E* Abstellvorrichtung für den von oben eintretenden kalten Wind, ein gewöhnlicher Schieber. *F* gusseisernes halbkugelförmiges Ventil für den heissen Wind. Während des Anheitzens sind *D* und *C* geöffnet, *E* und *F* verschlossen. Nach 2stündiger Heizung werden *D* und *C* geschlossen, *E* und *F* geöffnet. Während dieser Zeit wird der nebenstehende Ofen *G* geheizt. Die ursprüngliche Hitze der Flamme von etwa 1750° C. beträgt an der Essenklappe nur 70 — 120° C., während die erhitzte Luft eine Temperatur von 560° C. hat. Der Pressungsverlust

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 494. Schles. Wochenschr. 1860. S. 406. Oesterr. Ztschr. 1861. S. 163.
2) Berggeist 1856. S. 110. Polyt. Centr. 1856.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 428, 482. Schles. Wochenschr. 1860. S. 406.

ist bei diesen Apparaten nicht grösser, als bei anderen und beträgt etwa $1/_{10}$ Pfd. pro Q. Z. Die Ausnutzung der Wärme ist aber deshalb eine weit vollkommnere, weil bei dem grossen Unterschiede zwischen der specifischen Wärme der Ziegeln und derjenigen der Luft eine geringe Menge von ersteren eine grosse Quantität Luft erhitzen kann.

Ein derartiger Apparat für Heizung mit Gichtgasen ist in der Berg- u. hüttenm. Ztg. 1860, Taf. 15 Fig. 3—5 abgebildet. Als Schattenseiten der Regeneratorapparate sind zu bezeichnen: Versetzen der Zwischenräume zwischen den Steinen mit Theer und Flugstaub, zu viele Ventile und das Fallen der Temperatur beim Wechseln der Oefen, in Folge dessen keine constante Erhitzung, aber dennoch ein höherer Hitzgrad als sonst, erreicht wird.[1])

D. Die Windleitungsröhren.

Material zu Windleitungsröhren.

§. 104. Windleitungsröhren.[2]) Manche Gebläse, z. B. lederne und hölzerne Bälge, entlassen den Wind unmittelbar durch Düsen in den Ofen; meist hat derselbe aber je nach der Localität und je nachdem Regulatoren oder Winderhitzungsapparate vorhanden sind, mehr oder weniger lange Windleitungsröhren aus Gusseisen, seltener solche aus getheertem oder gefirnisstem Eisenblech (z. B. bei Balggebläsen) oder hölzerne ausgepichte Canäle (Lutten) mit ledernen Biegungstheilen zu passiren, bevor er durch das Ende der Windleitung, die Düse, Deute oder Deupe, in den Ofen gelangt. Sehr weite Röhren, welche als Regulatoren gleichzeitig dienen sollen, werden wohl aus Eisenblech zusammengenietet, weil dieselben aus Gusseisen zu massiv ausfallen würden. Röhren aus Weissblech haben zwar längere Dauer, sind aber theuerer. Gelöthete Röhren aus Zink- oder Kupferblech wendet man wohl an feuchten Orten an.

Lage und Dimensionen.

Die Windleitungen müssen — meistens unterirdisch — so angebracht sein, dass sie überall zugänglich und bequem

1) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 100.
2) Tunner c. l. S. 225. Weisbach c. l. Bd. 3. S. 1026. Rittinger's Centrifugalventilatoren S. 39. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 52. Kraus, Jahrb. 1852. S. 112.

zu repariren sind. Damit die geringsten Widerstände bei der Bewegung der Luft in denselben entstehen, macht man sie möglichst kurz, vermeidet eckige Brechungen und gibt ihnen zweckmässig einen 12—16fachen Querschnitt von dem der Düsen. Die Weite d hängt von der Geschwindigkeit v und dem Quantum Q des durchzuführenden Windes ab, und es ist $d = 1{,}13 \sqrt{\frac{Q}{v}}$. Bei kurzen Windleitungen und grösseren Windmengen kann man $v = 70$ Fuss Geschwindigkeit nehmen, bei langen Windleitungen und schwachen Pressungen $v = 35$ Fuss. Bei schwächerer Pressung (z. B. bei Ventilatoren) können die Röhren enger sein und etwa den $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$fachen Düsenquerschnitt haben. Hauptwindleitungsröhren gibt man am zweckmässigsten einen Durchmesser von 15—20 Z., längeren Nebenleitungen einen solchen von 10—12 Z., kürzeren 6—8 Z. und der Düse 1—4 Z. Die Hauptröhren erhalten, wenn sie gerade sind, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ Z., krumme Röhren $\frac{1}{3}$—$\frac{2}{3}$ Z. Wandstärke. Nimmt man letztere zu schwach, so findet ein merklicher Windverlust durch die Poren des Gusseisens statt.

Verbindung der Röhrenstücke.

Die Verbindung der 3—6 Fuss langen Röhrenstücke geschieht bei kalter Gebläseluft gewöhnlich dadurch, dass die mit Kränzen versehenen Röhren (Taf. VI. Fig. 143) zusammengeschraubt und als Dichtungsmittel Pappe, Filz, Flanell oder Ringe von Blei angewendet werden. Bei erhitzter Luft zieht man, namentlich bei unmittelbarer Berührung mit der Flamme, eine Muffenverbindung (Taf. V. Fig. 115) vor und füllt den Zwischenraum mit Eisenkitt[1]) aus. Wählt man

1) Eisenkitte: 1) 7 Raumthle. Eisenfeilspäne mit 2 Thln. gepulvertem fetten Thon und mit starkem Weinessig zu einem Teig angemengt. 2) 100 Thle. gesiebte Eisenbohrspäne mit 1—2 Thln. Salmiak und so viel Wasser versetzt, dass ein steifer Brei entsteht. 3) 4 Thle. feine Eisenbohr- und Feilspäne, 2 Thle. Töpferthon und 1 Thl. gestossene Topfscherben mit Salz und Wasser zu einem Brei angerührt. — Weisbach empfiehlt 30—60 Thle. Eisenfeile, 1 Thl. Salmiak und 1 Thl. Schwefel, oder 15 Thle. Eisenfeilspäne, 5 Thle. Lehm und 1 Thl. Kochsalz mit Essig angemacht. Sonstige Kitte siehe: Scheerer, Met. I, 446. Bgwfd. VIII, 333. Plattner's Vorlesungen I, 264. Nach Sprengel (Dingl. Bd. 150. S. 154) lassen Kitte aus Eisenfeilspänen, Schwe-

antschenröhren, so legt man zwischen dieselben innerhalb d ausserhalb der Schraubenlöcher einen Ring von $^1/_4$ Z. rkem Kupferdraht, füllt den übrigen Raum mit Eisenkitt d zieht die Schrauben so fest an, dass der Kupferdraht ras platt gedrückt wird. Bei kalter Gebläseluft kann man Luftdichtung in den Muffen auch durch Harz- oder Oelt oder Schwefel bewerkstelligen. Auch Pulver von ungechtem Kalk, Ziegelmehl und frischem Käse geben einen en Kitt, desgleichen ein solches aus Pech und Ziegelmehl. Muffenverkittung ist einfacher, wohlfeiler und hält besluftdicht, als die Flantschenverbindung, ist aber schwieer aufzuheben.

Windvertheilung.

Müssen aus der Hauptwindleitungsröhre mehrere Puncte Wind versorgt werden, so befinden sich auf derselben hende Röhren, Windstöcke, Windständer (Taf. VI. . 143, Taf. IX. Fig. 223, 225), von denen dann ein mehr r weniger horizontales Zweigrohr oder Düsenstück in den n abgeht. Zur Regulirung des Luftzutrittes [1]) befinden in letzterem oder im Windstock verschieden geformte errhähne (Taf. V. Fig. 119, *n* u. *o*), Sperrventile, lben oder Schieber (Taf. XVI. Fig. 452) in Falzen. ntile und Schieber sind leichter herzustellen, als Kolben l Hähne, veranlassen aber mehr Wind- und Pressungsluste. Als Ventile wendet man entweder Kegelventile (Taf. VI. Fig. 143) an, welche sich mittelst einer Hebelrichtung höher oder tiefer stellen lassen, oder eine Drosklappe *a* (Taf. XVI. Fig. 408, 409), eine an einer Axe befindliche Scheibe, welche durch einen Hebel *c* an der e in drehende Bewegung versetzt wird und dadurch die

---

fel und Salmiak beim Verziehen des Eisens los und sintern zusammen. Wirksamer ist, die zu verdichtenden Gegenstände blank zu ätzen oder zu feilen, dann eine blanke Scheibe von Schmiedeeisen, mit Essig befeuchtet, dazwischen zu legen, die Schrauben anzuziehen und mit einem Meissel gut zu verstemmen. Aus Eisenkitt kann sich schädlich wirkendes Schwefelwasserstoffgas entwickeln (Berggeist 1861. S. 22).

1) Gautheir, Schieber zur Absperrung von Windleitungen. Bgwfd. XII, 696. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 53. Merbach, neuer Windständer. Polyt. Centr. V, 207. Smith, Apparate zur Regulirung der Gebläseluft. Dingl., LXXXVIII, 166.

Oeffnung im Windstock nach Bedürfniss ganz oder theilweise schliesst. Der Hebel *c* bewegt sich zwischen zwei mittelst eines Charnieres bei *d* verbundenen eisernen Bügeln *e*, von denen der eine Vertiefungen neben einander hat, in welche eine Nase am Hebel eingreift. Man kann dadurch den Hebel in einer bestimmten Lage feststellen, indem man die andere Hälfte des Bügels zurückklappt und ein Schloss an das d[illegible]ier entgegengesetzte Ende *f* legt.

Um den Wind a[illegible] Windständer in zwei Düsen gelangen zu lassen, k[illegible] folgende Vorrichtung [1]) mit Kolben anwenden [illegible] Fig. 407): *a* Windstock. *b* und *c* Düsenstücke. [illegible] *n* halbrunde Schiebkolben, bei deren dermaliger [illegible]r Wind nach *b* hin austritt, während *c* verschlossen [illegible]n überschüssigen Wind entweichen zu lassen, sin[illegible] Kolben *m* und *n* durchbohrt und der Deckel *d* mit [illegible]igen *f* versehen, die durch Reiber verschliessbar sind. Beim Oeffnen derselben entweicht überschüssiger Wind. Zuweilen bringt man zu letzterem Zwecke auf der Windleitung besondere **Fehllutten** mit Ventilen an, oder lässt im Deckel des Windstockes zwei Oeffnungen, von denen die eine mit der Windableitungsröhre in Verbindung steht, während die andere ins Freie mündet. Mittelst einer Kurbel bewegt man z. B. dicht unter dem Deckel eine passend geformte Metallplatte, welche beim Drehen die eine Oeffnung um so viel mehr vergrössert, als die andere verschlossen wird (Vorrichtung zu Königshütte am Harze). Am Anfange der Windleitung beim Gebläse wird gewöhnlich auf derselben ein **Sicherheitsventil** mit directer Belastung angebracht, welches gehoben wird, wenn die Pressung des Windes über eine gewisse Grenze hinausgeht.

Düse. Das Ende der Windleitung, die Düse, ist entweder eine aus Eisenblech zusammengelöthete Röhre oder eine solche aus Gusseisen von kreisrundem, halbrundem, elliptischem oder seltener viereckigem Querschnitt. Von wesentlichem Einflusse ist ihre Länge, dagegen hat ihre Gestalt einen grossen Einfluss auf die Reibung der Luft und deren Geschwin-

1) Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. I, 228.

ie konische Gestalt hat sich in dieser Hinsicht
rtheilhafteste erwiesen.[1]) Von der Weite der
l Z.) hängt hauptsächlich die Pressung des Win-
ACH c. l. III, S. 1070) bei gegebener Menge
ib. Nur selten tritt der Wind sofort durch die
en Ofen, meistens liegt dieselbe in der **Form**
at mit deren Mündung nahe gleichen Querschnitt
gewissen Abstand davon. Letzterer pflegt nicht
zu betragen und ist um so grösser zu nehmen,
ie Form in den Ofen hineinragt, indem sie dann
abgekühlt wird.[2]) Um der Form eine kleinere
u geben, ohne dass sie herausgenommen zu wer-
t, setzt man eine kleine kupferne Form von $^1/_3$
Länge in erstere ein und die Düse ruht dann
rlängerten Bodenblatt dieser sogenannten **Steck-**

---

inige Versuche und Beobachtungen über die Bewegung
eter atmosphärischer Luft in langen Windleitungsröhren.
Götting. Ver. III, 1. BUFF, über den Widerstand der
den Wänden der Leitungsröhren. ibid. IV, 129. D'AU-
, Versuche zur Bestimmung des Widerstandes, den die
eim Durchströmen durch die Leitungsröhren erleidet.
Arch. 1. R. XIX, 518. POGG., Ann. X, 268. KOCH, Ver-
nd Beobachtungen über die Geschwindigkeit und Quan-
rdichteter atmosphärischer Luft, welche aus Oeffnungen
rschiedener Construction und durch Röhren ausströmt.
. Götting. Ver. I, 1; POGG., II, 39. BUFF, über die Aus-
gsgesetze atm. Luft. Stud. d. Götting. Ver. IV, 23.
CH, neue Ausmittelung des Ausflusscoëfficienten der atm.
POGG., LI, 449. HOLZMANN, über den Ausfluss der Luft
em Behälter. POGG., LXI, S. 466. SCHREIBER, verglei-
Versuche über die Bewegung der erhitzten Luft in einer
nd in mehreren engeren Röhren von gleichen Oberflächen.
Arch. 1 R. XII, 121. Ueber die Gesetze der Luftbewe-
Röhrenleitungen. Polyt. Centr. 1838. S. 396. WEISBACH,
h. Versuche über den Ausfluss der Luft und des Was-
ter hohem Drucke, in Civilingenieur V. Bd. 1. Hft. —
Versuche und Beobachtungen über die divergirenden
ngen ausfahrender comprimirter Luft. DINGL. XLVI, 163.
ER's Centrifugal-Ventilatoren 1858. S. 27. PECLET, über
rme, deutsch von HARTMANN 1860. I, 78. — Wirkung we-
l zu stark konischer Düsen, in KRAUS' Jahrb. 1852. S. 50.
Jahrb. 1852. S. 49.

form oder **Form mit Steckschuhen** [Steyermark [1]]. Um der Düse je nach dem Erforderniss des Hüttenprozesses bald ein Fallen, bald ein Ansteigen, bald eine Vor- und Rückwärtsbewegung zu geben, verbindet man bei Anwendung von **kaltem Wind** Düse und Röhrenleitung durch einen **Lederschlauch** (Taf. XV. Fig. 377), indem man denselben mit Zugringen und Schrauben befestigt. Nöthigenfalls ist der Lederschlauch gegen Einwirkung der Hitze durch Schirme zu schützen.

Bei Anwendung von **heissem Winde** muss ein **feuerfester Mechanismus** [2]) zur Stellung der Düse angebracht werden, wenn sie nicht immer in einerlei Lage bleiben kann. Man lässt sich dieselbe z. B. in einem durch Zugschrauben stellbaren Kugelgelenk *a* (Taf. XVI. Fig. 452) bewegen, welches mit einem horizontalen Röhrenstücke *b* verbunden ist, das sich mittelst einer Zahnstange oder Schraube *c* in einer Stopfbüchse *d* vor- und zurückbewegen lässt. Gleichzeitig kann man eine Hebung und Senkung der Düse herbeiführen, wenn man das letztgenannte horizontale Röhrenstück mit einem Winkelrohr *f* verbindet, dessen vertikales Ende in einer Stopfbüchse des Windstockes luftdicht auf- und niedergeschoben wird. *g* Schieber zur Regulirung des Windzutrittes, mittelst einer Schraube *h* in Falzen beweglich gemacht und mit einem Liederungskranz bedeckt. *m* Windstock.

Verbesserte Düsen.

Man hat in den Düsen wohl Vorrichtungen angebracht, um die Verbreitung des Windes im Ofen zu befördern. So legt z. B. TRURAN [3]) in das Innere der Düsen Röhren von verschiedener Gestalt ein (Taf. XVI. Fig. 410—412), wobei ein ringförmiger und centraler Windstrom *B* mit verschiedenem Drucke entsteht. Bei der Einrichtung Fig. 411 behält der centrale Windstrom seine Dichtigkeit bei und wirkt mehr auf das in der Mitte befindliche Brennmaterial, während der ringförmige Wind von geringerer Dichtigkeit nach seitwärts ausströmt und so den Verbrennungsraum vergrös-

---

1) KRAUS, Jahrb. 1855. S. 441.
2) KRAUS, Jahrb. 1855. S. 139.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 6, 220.

[..]ert. Der umgekehrte Fall findet nach Fig. 410 statt, und [w]ill man in beiden Strömen eine verschiedene Temperatur [h]aben, so wählt man die Einrichtung Fig. 412.

Man thut auch wohl in die Mitte der Düsenöffnung [e]ine Scheibe, so dass der Wind durch eine ringförmige Oeff[nu]ng ausströmt und die Ströme gegen einander stossen.[1]) [A]uf dem Radwerk Sessler in Steyermark haben die [D]üsen von 32 Lin. Weite einen 25 Lin. weiten Verthei[lu]ngsring.

Formen.

Bei kaltem Winde wendet man gewöhnlich einfache [F]ormen (S. 430) an und lässt dieselben durch den Wind [k]alt blasen. Die theureren, aber durch Glühen und Häm[m]ern leicht abzurichtenden kupfernen Formen zieht man [g]uss- und schmiedeeisernen vor, wenn sie in Folge der [N]atur des Prozesses nicht leicht zerstört werden (Eisenhoh[öf]en). Bei Anwendung von heissem Winde oder bei stär[k]erer Einwirkung der Hitze oder glühender Massen empfeh[le]n sich Wasserformen (S. 431), und zwar sind guss[ei]serne wohlfeiler, aber schwerer zu handhaben und weni[ge]r dauerhaft als kupferne, indem sie leichter springen, [na]mentlich wenn sie am Rüssel zu schwach sind und die [K]ühlung zu stark wird. Bei zu grosser Dicke ist die Küh[lu]ng zu schwach und die Form schmilzt vorn leicht ab. [Sc]hmiedeeiserne Formen sind wohlfeiler, als kupferne [un]d haltbarer als gusseiserne, lassen sich aber schwieriger [he]rstellen. Die Wasserformen lassen sich viel leichter aus[we]chseln, als einfache kupferne Formen, welche oft mit [Sc]hlacke und Eisen zusammenfritten.[2])

Die Röhrenformen (S. 431) von KNOWLES und BUX[TO]N verdienen die Beachtung der deutschen Hüttenleute. [Ne]uerdings werden auch bronzene Wasserformen auf [de]n Eisenhütten Rheinlands und Westphalens aus der SCHUL[TE]N'schen Giesserei in Duisburg benutzt.

Formen mit Obermaul (S. 434) werden zuweilen [be]im Eisenfrischen und beim Hohofenbetrieb angewandt, um

---

1) VALERIUS, Roheisenbereitung, deutsch v. HARTMANN. Ergänzungsheft 1853. S. 74.
2) KRAUS' Jahrb. 1855. S. 441.

graues Eisen unter verlangsamtem Gichtengang in weisses Frischroheisen zu verwandeln. Formen mit Untermaul befördern auf Kosten des Kohlenverbrauchs den Niedergang der Gichten.[1])

Nur selten bleibt die Form ganz weg und wird die Düse direct in die in Steinen gebildete und nöthigenfalls mit Thon ausgekleidete Formöffnung gelegt (das Blasen durch den Stein), z. B. bei den sächsischen Zinnschmelzöfen.

E. Vorrichtungen zur Bestimmung des Windquantums.

[Methoden der Berechnung.] §. 105. Allgemeines. Die Berechnung der Windmenge[2]), welche ein Gebläse in einer bestimmten Zeit, gewöhnlich in 1 Minute liefert, kann einmal aus dem Rauminhalte des wirksamen Theils des Gebläses und der Anzahl der in einer Minute stattfindenden Entleerungen geschehen, dann dadurch, dass man den Querschnitt der Düse mit der Geschwindigkeit des ausströmenden Windes und mit 60 multiplicirt. Auf erstere Weise erhält man das vom Gebläse eingesogene und auf letztere das wirklich in den Ofen gelangende Windquantum. Bei Vergleichung beider ergibt sich stets ein unvermeidlicher Windverlust, welcher seinen Grund in der Undichtheit der Windleitungen, der Regulatoren und Lufterhitzungsapparate, in der Windlässigkeit der Liederung und der Ventile, in der Reibung, der Contraction

1) Ueber Dimensionen, Lage etc. von Formen und Düsen siehe: Mayrhofer in Kraus' Jahrb. 1852. S. 51.

2) Karsten, Bestimmung der Windmenge, welche die Gebläse liefern können etc. Karst., Arch. 1. R. IX, 451. Schulz, Berechnung der Geschwindigkeit und Quantität erhitzter Gebläseluft. ibid. IX, 587. Heine, Berechnung der Luftmengen. Bgwfd. V, 214. Hausmann, Stud. des Götting. Ver. IV, 1. Huene, Tabellen zur Bestimmung des gegenseitigen Verhältnisses der Düsenweite, Pressung und Quantität der Gebläseluft. B. u. h. Ztg. 1844. S. 745. Bgwfd. XI, 227. Tunner's Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. I, 243. Bgwfd. XI, 227. Migout u. Bergery, theoret. pract. Anleitung zur Berechnung der gebräuchlichsten Maschinen. Deutsch von Schnuse und Kornhardt. 1845. Schmidt, Berechnung der aus der Düse strömenden Windmenge. Bgwfd. XVII. Nr. 18 u. 19. Rittinger's Centrifugal-Ventilatoren. 1858. S. 63, 69.

des Windstromes beim Ausflusse etc. haben kann. Bei den besten Cylindergebläsen beträgt dieser Verlust selten weniger als 20—25%, bei Kastengebläsen 40—45% und bei Spitzbälgen noch mehr. Während man in der Praxis gewöhnlich nur das in den Ofen gelangende Windquantum aus dem Düsenquerschnitt und der Geschwindigkeit des Windes zu ermitteln hat, so ist es doch von Zeit zu Zeit erforderlich, auch eine Windbestimmung nach der ersteren Methode vorzunehmen, um den Windverlust zu controliren und, im Fall er die gestattete Grenze überschreiten sollte, die Ursachen davon abstellen zu können.

Die Ermittlung der in einen Feuerraum gelangenden Windmenge ist um deswillen wichtig, weil davon hauptsächlich die Menge des Brennmaterials und die Intensität der Wärme abhängt.

Windmen am Gebl

§. 106. Berechnung der Windmenge aus dem Rauminhalt des Gebläses. Man multiplicirt den Querschnitt des Kolbens mit dessen Hubhöhe und der Anzahl der Kolbenspiele in 1 Minute und bringt nöthigenfalls das Volum des Kolbens und der Kolbenstange, so wie das Volum des schädlichen Raumes in Abzug.[1])

Bestimmu des Düse querschnit

Bestimmu der Wind schwindigk

§. 107. Windberechnung mittelst des Düsenquerschnitts und der Geschwindigkeit des Windes. Während sich der Düsendurchmesser und daraus der Querschnitt der Düse durch directe Messung und Rechnung ergibt, so muss die Geschwindigkeit erst aus der Pressung des Windes berechnet werden, unter welcher letzterer man das Verhältniss seiner Dichtigkeit gegen die der atmosphärischen Luft versteht. Je stärker diese Pressung, um so mehr Wind gelangt bei gleichem Düsenquerschnitt in den Ofen und um so höher wird die Temperatur steigen, weil bei dem vollständigeren Eindringen des Windes in die Poren des Brennstoffes mehr Theile desselben in einem bestimmten Volumen gleichzeitig verbrennen (S. 223). Je dichter der Brennstoff, um so stärker muss die Pressung des Windes sein und jeder Hüttenprozess im normalen Zustande erfor-

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 227.

dert, unabhängig von der Windmenge[1]), eine in geringen Grenzen schwankende Windpressung.

Am gewöhnlichsten werden Windpressungen von ½ bis 5 Zoll Quecksilber angewandt. Dieselben betragen z. B. auf den Harzer Eisenhütten zu Altenau 10½''', zu Lerbach 13—14''', zu Rothehütte 11—13''', zu Königshütte 36'''; auf der Okerhütte bei der Bleiarbeit 10''', bei der Kupferarbeit 18''', beim Kupfergaarmachen 14'''; bei den belgischen Hohöfen 7—8,5'', bei den oberschlesischen Hohöfen bis 6,5'', bei einigen englischen Cokes- und Anthracithohöfen 5—7'', bei mehreren russischen Hohöfen 2,5—3,5''. Le Blanc und Walter geben folgende Regeln in Betreff der Windpressung bei Eisenhohöfen nach dem Quecksilbermanometer in Zollen an:

Für weiche Kohlen von Pappeln etc.	⅔—1''
„ Kohlen von Tannen u. Fichten	1—1½''
„ „ „ hartem Holze	1½—2½''
„ leichte Cokes	3—5''
„ dichte „	5—7½''

Die Windpressung wird mittelst der Manometer, Windmesser, aus der Höhe ermittelt, bis zu welcher die comprimirte Luft eine Quecksilber- oder Wassersäule in einer Glasröhre zu treiben vermag. Diese Höhe wird als eine Fallhöhe betrachtet, aus welcher man nach der bekannten Formel für den Fall der Körper die Geschwindigkeit berechnen kann, mit welcher das Quecksilber oder Wasser unten aus der Röhre ausfliessen würde. Da nun im vorliegenden Falle der ausströmende Körper nicht Wasser oder Quecksilber, sondern comprimirte Luft ist, so muss für die Quecksilber- oder Wassersäule eine Luftsäule von gleicher Schwere, gleichem Querschnitte und der betreffenden Compression substituirt werden, um aus der Höhe derselben die Geschwindigkeit ihres Ausströmens zu erhalten.

---

1) Buschbeck, der Windbedarf bei Eisenhohöfen in: B. u. h. Ztg. 1861. S. 4. — Ueber die Wirkung verschiedener Windmengen und Pressungen beim Eisenhohofenbetrieb, siehe Mayrhofer in Kraus' Jahrb. 1852. S. 43. Jullien's Eisenhüttenkunde, deutsch von Hartmann. 1861. S. 58.

Von den Manometern[1]) sind hauptsächlich die folgen- ı Constructionen gebräuchlich:

Manometer.

1) Wassermanometer (Taf. XVI. Fig. 413). *a* ein zur Hälfte mit Wasser angefüllter, luftdichter Kasten ı Blech oder Holz, durch dessen Boden die Röhre *b* fast unter den Deckel reicht. *c* eine mit dem Kasten comıicirende, etwa 3 Fuss lange Glasröhre, an deren Seite ı in Zolle und Linien eingetheilte Scala angebracht ist. Nullpunct derselben muss mit dem Wasserstand in dem ten zusammenfallen. Beim Gebrauche steckt man das ıre konische Ende der Röhre *b* in eine entsprechende fnung der Düse möglichst nahe vor deren Mündung, ei das auf *o* stehende Wasser in der Glasröhre *c* in die ıe gedrückt wird, und diese Höhe entspricht der dermaı Pressung des Windes. Bei sehr starkem Drucke müsste ı eine sehr lange Glasröhre anwenden, welche leicht zerhlich ist und ein nur unbequemes Beobachten möglich ht. Bei nicht gleichmässigem Windstrome schwanken e, gewöhnlich mit der Windleitung festverbundenen Maıeter stark. Um die richtige Pressung zu erhalten, muss ı zu verschiedenen Malen den höchsten und niedrigsten ıd des Wassers beim Zublasen des Gebläses beobachten, jeder Beobachtung das Mittel und zuletzt von sämmten Mitteln wieder das arithmetische Mittel nehmen, welı dann die Pressung repräsentirt.

Wassermanometer.

Bei höheren Pressungen und starken Schwankungen det man zweckmässiger

2) ein Quecksilbermanometer (Taf. XVI. Fig. 414) 2 Schenkel *a* und *b* einer 3schenkligen Glasröhre sind einem Brette befestigt und zu beiden Seiten befindet eine in Zolle und Linien eingetheilte Scala. Die bei- Schenkel sind zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt, dessen eau durch den Nullpunct bezeichnet ist. Mittelst eines kes wird der dritte Schenkel *c* möglichst nahe vor der ıenmündung in die Windleitungsröhre gesteckt und der tdruck durch die Differenz des Niveaus der Quecksilber-

Quecksilbermanometer.

[1]) Literatur über Manometer in: Schubarth, Repertor. d. techn. Literatur 1856. S. 565.

säulen in beiden Schenkeln gemessen. Eine Scala von 3 Zoll unter und 3 Zoll über dem Nullpuncte genügt meistens. Das Manometer muss völlig lothrecht stehen, damit die drückende Flüssigkeitssäule nicht zu hoch wird. Bei stossweisem Ausströmen des Windes tritt auch hier eine, alle[illegible]s geringere Schwankung des Quecksilberniveaus ein; a[illegible] lässt sich bei diesen Manometern weniger genau ablese[illegible] dieselben sind aber einfach herzustellen und leicht zu transporti[illegible]

[illegible] muss man wegen Verdunst[illegible] [Beo]bachtungen rasch anstellen [illegible] V[illegible] [d]en Hahn an dem mit der [illegible] g in [illegible] [ste]henden Manometerschenkel [illegible] oder de[illegible] [W]indleitungsröhre stehenden [illegible] l durch zu[illegible] [Wa]sser abkühlen.[1])

[Ve]rbesserte [Ma]nometer.

Wie bereits [illegible] [ersc]hwert das Schwanken des Quecksilbers das Ab[illegible] [Dr]uckhöhe, und es fallen diese Schwankungen verm[illegible] [Trä]gheitsmomentes des Quecksilbers grösser aus, als die Ungleichheiten des Windes in der Wirklichkeit sind. Um nur die letzteren zu messen, wird die Röhre nach NORDENSKJÖLD[2]) an dem zwischen den Schenkeln befindlichen unteren gebogenen Theil so verengt oder mit einem Hahn (Taf. XVI. Fig. 414) so weit geschlossen, dass der Querschnitt an dieser Stelle zwischen $1/3$ und $1/4$ der Querschnittsgrösse der übrigen Röhre liegt. Bei diesem Verhältnisse, welches übrigens durch die Erfahrung auszumitteln ist, sind die Schwankungen des Quecksilbers denen des Windes entsprechend.

Ein solches Manometer ist für Reisezwecke geeignet, wenn man den Hahn *d* schliesst und mittelst einer Deckelschraube auf *a* das Quecksilber einschliesst.

[Red]uction der Scalen.

Gewöhnlich wird bei Wassermanometern die Druckhöhe in wirklichen Fussen und Zollen abgelesen, bei Quecksilbermanometern in Zollen und Linien. Eine in Fussen gefun-

1) KARSTEN's Eisenhüttenkde. 3. Aufl. Taf. IX. Fig. 17—20.

2) DINGL. LXVIII, 437. Polyt. Centr. 1858. S. 1191. — Ueber verbesserte Manometer: ASCHAUER in DINGL. LXXIX, 187; HERBURGER, Bgwfd. XI, 62, 737; III, 431. Polyt. Centr. 1853. S. 529. TUNNER, Stabeisen- u. Stahlber. 1858. I, 241.

dene Wassersäule W lässt sich auf eine Quecksilbersäule in Zollen zurückführen nach der Formel

$$Q = \frac{W \cdot 12}{15,596} = 0,882\ W.$$

Um mittelst eines Quecksilbermanometers gleich die Höhe einer entsprechenden Wassersäule abzulesen, theilt man jeden Zoll der Scala in 13,59 Theile, und es entspricht dann jeder Theil Quecksilberhöhe einem Zoll Wassersäule.

Zuweilen hat man auch Quecksilbermanometer mit einer in Pfunde oder Lothe getheilten Scala und daneben eine Eintheilung in Zolle oder Centimeter [1]) etc. Die Reduction einer in Gewichtstheilen, z. B. in preussischen Pfunden P für 1 Quadratzoll angegebenen Windpressung lässt sich auf eine Quecksilbersäule in preuss. Zollen Z ausführen nach der Formel

$$P = 13,596 \cdot \frac{11}{9} \cdot \frac{1}{32} \cdot Z = 0,5193\ Z$$

$$Z = \frac{P}{0,5193.}$$

Rittinger [2]) gibt ein Manometer an, bei welchem der Nachtheil der doppelten Ablesung auf den zwei Scalen oder auf einer derselben dadurch vermieden wird, dass in dem inneren, der Windeinströmung näheren Schenkel des Hebermanometers ein Stäbchen im Rohre schwimmt, welches die Stelle der Scala vertritt, mit dem Quecksilber steigt und fällt und dessen Eintheilung mittelst einer eigenen, zwischen beiden Schenkeln angebrachten verschiebbaren Platte abgelesen werden kann. Damit die Geschwindigkeit des Windes richtig hervortritt, muss bei nicht sehr weiten Röhren das untere Ende des Rohrs nach der Windströmung zu umgebogen sein. Wird gleich dadurch auch das Stäbchen afficirt, so gleicht sich dies durch die gleiche Wirkung auf die ganze Fläche des Quecksilbers aus.

Auf die Geschwindigk influirend Factoren

Die aus der Manometerhöhe mittelst der modificirten Formel für den Fall der Körper erhaltene Geschwindigkeit ist noch nicht die wirkliche, sondern steht noch unter dem Einfluss der Temperatur, des Barometer- und Hygrometerstands und der Düsencontraction.

1) Weniger, pract. Schmelzmeister. 1859. Taf. XXIV.
2) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 27. Berggeist 1861. S. 80.

Temperatur.

1) Die Temperatur erhöht die Geschwindigkeit des Windes und bringt die S. 636 erwähnten Wirkungen hervor. Gewöhnliche Temperaturen ermittelt man mit einem Thermometer, die Temperatur des erhitzten Windes aber

a) mittelst des Quecksilberpyrometers (S. 228) bis zu Temperaturen von 300° C. Solche Pyrometer zerspringen leicht.

b) mittelst der Metallpyrometer (S. 229) bei mittelhohen Temperaturen. Das gebräuchlichste Instrument der Art ist OECHSLE's Pyrometer[1]) (S. 229), welches aus einer spiralförmig gewundenen, aus Stahl und Messing bestehenden Feder zusammengesetzt ist. Das äussere Ende der letzteren sitzt an einem messingenen Gehäuse fest, während das innere Ende mittelst einer stehenden Welle einen Zeiger in Bewegung setzt, welcher die Grade auf dem in 400° R. eingetheilten Zifferblatt angibt.

Diese Pyrometer, dauerhafter als die vorigen, werden nach längerem Gebrauche häufig faul.

c) mittelst Metallen und Metalllegirungen von bekannten Schmelzpuncten[2]) (S. 231) bei sehr hohen Temperaturen. Es ist alsdann wohl in der Nähe der Düse innerhalb der Windleitung ein kupfernes Kästchen luftdicht eingelassen, in welches an Metalldrähten kleine fingerhutähnliche, eiserne Gefässe, mit den Legirungen versehen und leicht heraushebbar, eingehängt sind. Man kann aus dem Schmelzpunct der Legirungen die Temperatur der Gebläseluft bis auf annähernd 10° C. messen.

Barometerstand.

2) Der Barometerstand, welcher nach dem MARIOTTI'schen Gesetze einen Einfluss auf das Volumen, die Dichtigkeit der Luft ausübt.

Hygrometerstand.

3) Der Hygrometerstand. Zur Berücksichtigung seines Einflusses ersieht man aus Tabellen[3]), wie sich das

---

1) LINDAUER's Stöchiometrie. 1861. S. 80.

2) SCHEERER, Met. I, 491. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 54. Tabellen über die Schmelzpuncte von Legirungen in: KRAUS' Jahrb. 1852. S. 117. SCHUBARTH, physik. Tabellen 4. Aufl. S. 136. TUNNER, Leoben. Jahrb. 1860. IX, 291. LINDAUER, Stöchiometrie. 1861. S. 93.

3) Hygrometrische Tabellen zur Anwendung bei Gebläsen u. Gradir-

ıen eines Gewichtstheils trockner Luft zu dem eines htstheils Luft verhält, welches den vom Hygrometer ebenen Feuchtigkeitsgrad besitzt, und dieses Volumentniss, das Volumen der trocknen Luft = 1 gesetzt, inen Ausdehnungscoëfficienten in Bezug auf den Feuchsgrad der Luft, welcher aber für gewöhnlich ohne erıen Fehler unberücksichtigt bleiben kann.

Einfluss feuchter Gebläseluft.

in Wasserdunstgehalt der Gebläseluft (S. 174) ht ohne Einfluss auf den Brennmaterialverbrauch und chmelzgang, indem Abkühlung dadurch eintritt und oduction sich vermindert.[1]) Erfahrungsmässig gehen isenhohöfen[2]) im Winter besser, als im Sommer, und rund davon liegt theils in dem verschiedenen absoluten rgehalt des Gebläsewindes in verschiedenen Jahres-, theils in dem grösseren Sauerstoffgehalt eines Volu-Luft im Winter, als im Sommer. Für die Königs- in Oberschlesien hat Eck[3]) gefunden, dass einem stündlich 150,000 Cubikfuss Luft und damit 1,35 Cus Wasser zugeführt werden, indem der durchschnitt-Wassergehalt in 1,000,000 Cubikfuss Luft 9 Cubikfuss ;. Nach Weisse's[4]) Untersuchungen, welche mit denen Eck übereinstimmen, stellt sich die Reihenfolge der e unter sich vom absolut trockensten bis zum absolut esten folgendermassen:

Januar, December, Februar	5 : 5 : 6
November, März, April	6 : 7 : 8
October, Mai, Juni	8 : 10 : 11
September, August, Juli	11 : 12 : 13

h Sommer zu Winter, wie 37 : 65 oder 4 : 7. Ange-

erken: Karst., Metallurgie III, 273. Dessen Eisenbüttenkunde [, 586, und dessen Archiv XXI, 49.
Köhler, Bergm. Journ. 2. Jahrg. II, 93. Karst., Eisenh. III, 272. olyt. Centr. 1849. S. 1134. B. u. h. Ztg. 1849. S. 497, 700. Dingl., LXVI, 316. Erdm., J. f. oek. u. techn. Ch. II, 398, 509. Lamp., Fortschr. 1839. S. 43. Valerius, Handb. d. Roheisenfabrication, deutsch v. Hartmann. Freiberg bei Engelhardt 1851. S. 495. gwfd. X, 448. — Mayrhofer in Kraus' Jahrb. 1852. S. 48.
B. u. h. Ztg. 1849. S. 497.
B. u. h. Ztg. 1849. S. 498, 700. Polyt. Centr. 1849. S. 1134. Dingl. LXVI, 316.

stellte Versuche ergaben eine Wirksamkeit des Gebläs des für den Sommer und Winter im Verhältniss von

Nach ROGERS[1]) enthält die Luft bei 0° = 1/600 15° C. = 1/80 und bei 30° C. 1/40 ihres Gewichts W weshalb sich bei grosser Hitze das Eisenausbringen um verringert. In England nimmt man an, dass 1 Cubik Luft durchschnittlich 8,7 Gramm Wasser enthält. BA schätzt das Gewicht des Wasserdunstes, welches in 24 den einem Hohofen von mittlerer Grösse durch die Ge luft zugeführt wird, auf 800 Pfd.

Man hat vorgeschlagen, die feuchte Gebläseluft Chlorcalcium zu trocknen.[2])

Zuweilen wird mit der Gebläseluft absichtlich W dampf in den Eisenhohofen (S. 175) geführt, um Sc und andere schädliche Stoffe zu entfernen.[3])

Contraction des Windstrahles.

4) **Die Contraction des Windstrahles beim strömen aus der Düse.** Da man das Manometer ganz vorn an den Düse anbringen kann, so muss die primirte Luft zwischen Manometer und Düsenauge noc in Folge der Contraction der Düsenröhre entstehende derstand überwinden, wodurch die Geschwindigkeit de strömenden Luft eine Verminderung erleidet. Die (derselben ist von D'AUBUISSON, SCHMIDT, KOCH, WEISBACH u. A. ermittelt, und es beträgt nach Letz der Contractionscoëfficient für kleine Manometerstände 1 Centimeter 0,910 und für grössere von 20 Centi 0,928, im Mittel 0,920.

RITTINGER[4]) lehrt ein einfaches Verfahren kennen Geschwindigkeit der Luft zugleich mit der Pressung nehmen und in Rechnung zu bringen. GRASHOF[5]) häl die von RITTINGER gefundenen neuen Coëfficienten fü zuverlässig, ebenso WEISBACH.[6])

1) Bgwfd. X, 148.
2) B. u. h. Ztg. 1846. S. 768; 1849. S. 256.
3) Polyt. Centr. 1857. S. 513. LIEBIG's u. POGGEND. Handw 1842. S. 726. B. u. h. Ztg. 1860. S. 130.
4) Oesterr. Zeitschr. 1856. No. 51.
5) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1. Jahrg. 1857. April. Ze d. Hannov. Ingen. Ver. 1858. S. 344.
6) B. u. h. Ztg. 1861. S. 180.

Berechnung des Windquantums nach älteren, sog. hydraulischen Formeln.

Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände lässt sich leicht nach Formeln, deren Ableitung sowohl aus metallurgischen, als mechanischen Schriften zu ersehen ist, die Windmenge berechnen, welche bei 28 Z. Barometerstand und 0° Tpr. in 1 Min. aus der Düse ausströmt.

KARSTEN's Formel.

KARSTEN gibt folgende Formel an:

$$M = 204{,}9\,(1 - 0{,}079\,\sqrt{h})\,A.\sqrt{h\,\frac{H+h}{H\,[1+0{,}0047\,(t+t')]}}$$

worin bezeichnet:

M Windmenge in Cubikfuss. *A* Düsenquerschnitt in Quadratfuss. *H* Barometerstand in Fussen. *h* Manometerstand in Fussen Wassersäule. *t* Windtemperatur vor der Düse in Graden nach Reaumur. *t'* Temperatur der atmosphärischen Luft.

SCHEERER's Formel.

SCHEERER [1]) leitet folgende Formel ab:

$$Q = 2481\,(1 - 0{,}084\,\sqrt{M})\,D.\sqrt{\frac{M\,(B+M)}{(1+t\,.\,0{,}003665)\,w.}}$$

Es bezeichnet darin:

Q die während einer Minute ausgeblasene Menge Gebläseluft in preussischen Cubikfussen in nicht comprimirtem Zustande, auf 28 Zoll preussisch Barometer- und 0° Hygrometerstand reducirt.

M den Stand des Quecksilbermanometers in preussischen Zollen.

B den in preuss. Zollen ausgedrückten Stand des Barometers.

D den Querschnitt der Düse in preuss. Quadratfussen.

t die Temperatur der Gebläseluft in Graden nach CELSIUS.

w den Ausdehnungscoëfficienten in Bezug auf den Feuchtigkeitsgrad der Gebläseluft. Dieser Coëfficient kann für gewöhnlich ohne erheblichen Fehler wegbleiben.

Aus diesen Formeln ergibt sich, dass unter sonst gleichen Umständen ein geringeres Quantum erhitzter Luft in den Ofen gelangt, als bei Anwendung eines Windes von gewöhnlicher Temperatur. Soll dieselbe Menge heisse Luft eingeblasen werden, so muss der Düsendurchmesser ver-

1) SCHEERER's Metallurgie I, 465. B. u. h. Ztg. 1858. S. 227.



— Düsenöffnung pro
m Manometerstand
b Barometerstand i
t Windtemperatur
α Ausdehnungscoëfi
$= 0{,}003665$.

Bei Aufstellung alle
auf den nicht unbeträch
chen die Luft beim Auss
Ofen findet, so dass d
Versetzungen vor der F
ger, als der Düsenquers
höhere Pressung entsteht
Windquantum gefunden
langt. Bei klarer Form
zu ziehende Verlust geri

Windtabellen nach älteren hydraul. Formeln.

Zur Umgehung der
nung der Luftmengen na
(Windtabellen) entwor
mengen bei verschiedene
nen Pressungen und Ten
sehen sind. Derartige Z
Mangel, dass nicht alle
peratur der Luft und B
den können und deshalb

der obigen Formel von KARSTEN in Wiener Maass für Düsendurchmesser von $^3/_4$ — 6 Zoll, Pressungen von 1—102 Z. Wassersäule und verschiedene Ausflusscoëfficienten bei mittlerem Barometerstande und 8° R. Temperatur berechnet. Die erhaltenen Werthe bedürfen noch einer Correction hinsichtlich der Windtemperatur.

RITTINGER's Tabelle.

RITTINGER[1]) theilt eine Tabelle für Meter- und österreichisches Maass mit, MAYRHOFER[2]) eine solche in Cubikfussen.

HERTER's Windtabelle.

HERTER's Windtabelle[3]) ist auch nach der älteren hydraulischen Formel berechnet, welche im Vergleich mit der später zu erwähnenden WEISBACH'schen Formel etwas grössere Ausflussmengen liefert. Dieselbe gibt die auf 0° C. und 29 Z. pr. Barometerstand reducirten Windmengen in rhein. Cubikfussen pro Min. und pro Quadratzoll Düsenöffnung bei Manometerständen von $^1/_8$ — 5 Zoll, bei 27 und 29 Zoll Barometerstand und bei Temperaturen von — 10 bis 200° C. an. Es muss dann die gefundene Windmenge, welche sich auf 1 Quadratzoll Düsenöffnung bezieht, noch mit dem Querschnitt der Düse multiplicirt werden, und die Annahme von nur zwei Barometerständen verlangt mannichfache Interpolationen. Im Uebrigen ist die Tabelle von den sonst vorhandenen eine der compendiöseseten.

Aichmaass für Gebläseluft.

v. SCHWIND[4]) hat in seinem Aichmaass für Gebläseluft ein sehr einfaches, bequemes und mit der hinreichenden Genauigkeit rasch zum Ziele führendes Mittel geschaffen, die Windmengen bei jeder Düsenweite, Pressung, Temperatur und jedem Barometerstand augenblicklich zu finden. Das Aichmaass ist, wie die Rechenschieber[5]), auf eine logarith-

1) RITTINGER's Centrifugal-Ventilatoren. 1858. S. 64.
2) KRAUS' Jahrb. 1852. S. 96.
3) Berggeist 1860. No. 102.
4) Oesterr. Ztschr. 1854. No. 48; 1856. No. 30; 1858. No. 37. B. u. h. Ztg. 1856. No. 39; 1858. No. 13. KRAUS' österr. Jahrb. 1855. S. 1; 1852. S. 172. TUNNER, Stabeisen- u. Stahlbereitung. 1858. Bd. 3. S. 245. — Das Aichmaass ist vom Hrn. Mechaniker REDTENBACHER in Ischl für 5 Guld. nebst einer Broschüre über dessen Anwendung: „v. SCHWIND, das Aichmaass f. Gebläseluft. Wien 1856" zu beziehen.
5) Ueber die Theorie der Rechenschieber: SELLA, Teorica e Pratica del Regolo calcolatore. Torino 1859.

mische Berechnung gegründet und besteht im Wesentliche aus einem 32 Centim. langen und 3,2 Centim. breiten Line (Taf. XVI. Fig. 115) mit zwei feststehenden Scalen I un VI und vier auf zwei Schiebern A und B beweglichen Sc len. Angenommen, es sei der Manometerstand beobacht zu 6 Lin., der Barometerstand zu 194 Lin., also Baromete und Manometerstand zusammen zu 200 Lin., der Co tractionscoëfficient sei 0,90 und die Düsenweite 51 Linie so liest man die zugehörige Windmenge in 1 Minute z 500 Cubikfuss ab, wenn man den Schieber A so unter d Scale I stellt, dass der Manometerstand 6 unter dem Bar und Manometerstand 200 auf Scala II zu stehen komm Man hält jetzt den Schieber A fest und gibt dem Schieber eine solche Stellung, dass der Theilstrich 0,90 auf Scale I (der Contractionscoëfficient) mit dem unverrückbaren Theil strich 200 auf Scale III (der Windtemperatur) zusammen fällt. Die Düsenweite von 51 Linien auf Scale V weis alsdann auf Scale VI eine Windmenge von 500 Cbfss. pr Minute in österr. Maasse nach. Auf der Rückseite de Schieber sind noch andere Scalen angebracht, um alle be Windberechnungen vorkommenden Aufgaben lösen zu können

WEISBACH's neuere Formel

Während den vorher angegebenen Formeln zur Berech nung der Windmengen das MARIOTTE'sche Gesetz zum Grun liegt, so hat WEISBACH[1]) in neuerer Zeit statt dessen da potenzirte MARIOTTE'sche oder POISSON'sche Geset dabei in Anwendung gebracht und dessen Richtigkeit durc Versuche über den Ausfluss der Luft erprobt.[2]) Dasselb gründet sich darauf, dass bei der Verdichtung der Ga Wärme und bei ihrer Verdünnung Abkühlung hervorg bracht wird. Es wird somit beim Ausströmen der compr mirten Luft an der Düse eine Temperaturerniedrigung ei treten, welche wiederum einen Einfluss auf die Pressu ausübt. Während nach dem einfachen MARIOTTE'schen G setze sich bei unveränderter Temperatur die Spannunge

1) WEISBACH, Ingen.- u. Maschinen-Mechanik 3. Aufl. Bd. I, §. 42 S. 821. PLATTNER's Vorles., von RICHTER herausgegeben 185 Bd. 1. S. 274. B. u. h. Ztg. 1861. S. 179.
2) Civilingenieur N. F. Bd. V. Hft. 1.

gerade wie die specifischen Gewichte verhalten, so lehrt das potenzirte MARIOTTE'sche Gesetz, dass, wenn die Aenderung des specifischen Gewichtes (des Volums) durch mechanische Verdichtung oder Verdünnung erfolgt, die Spannkraft in rascherem Verhältnisse, als das specifische Gewicht zu- oder abnimmt, was von der stattfindenden Temperaturveränderung herrührt.

Die das POISSON'sche Gesetz berücksichtigende WEISBACH'sche Formel ist folgende:

$$Q = 395\,\mu\,F\left(\frac{b+h}{b}\right)^{0,2953}\sqrt{3,3866\,(1+0,00367\,\tau)\left(1-\left[\frac{b}{b+h}\right]^{0,2953}\right)}$$

worin:

Q die unter dem äussern Druck gemessene Luftmenge in Cubikmetern pro Secunde,

F Düsenquerschnitt in Quadratmetern,

μ Contractionscoëfficient 0,910 — 0,930.

b äusserer Barometerstand in Met.

h Manometerstand in Met.

τ Temperatur nach CELS.

NEUSCHILD's Windtabelle.

Unter Annahme eines mittleren Barometerstandes b = 0,76 Met. und einer Temperatur $\tau = 10^{0}$ C. sind von NEUSCHILD[1]) nach dieser Formel die Windmengen in Cubikmetern berechnet, welche bei gegebenem Manometerstand, Contractionscoëfficienten und Düsendurchmesser pro Minute ausströmen, und in einer Tabelle zusammengestellt. Die so gefundenen Windmengen bedürfen bei Temperaturen t von — 10 bis + 150°C. einer Correction durch Multiplication mit dem Coëfficienten

$$\varphi = \frac{\sqrt{1 + 0,004 \,.\, t}}{\sqrt{1 + 0,04}},$$

sowie einer Correction bei Barometerständen b' zwischen 0,68 — 0,80 Met. durch Multiplication mit dem Coëfficienten

$$\psi = \sqrt{\frac{b}{b'}}$$

v. HAUER's Windtabellen.

Nach denselben Formeln sind Windtabellen von v. HAUER[2]) berechnet.

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 27. PLATTNER's Vorlesungen I. 276.

2) v. HAUER, über die neueren Fortschritte in der Theorie der Ge-

Statt in Metermaass lässt sich die obige Hauptfo
Cubikfuss also ausdrücken:

(II). $$Q = 8{,}2 \sqrt{\frac{10}{3}\left(\frac{b+h}{b}\right)^{0,3}\left[\left(\frac{b+h}{b}\right)^{0,3} - 1\right]} \text{ Cubik}$$

worin Q die Ausflussmenge pr. Sec. in preuss. C
von 10° C. und 29 Z. Barometerstand für einen Mü
querschnitt von 1 Q.-Zoll ausdrückt. h Manomet
b Barometerstand in Zollen.

Bornemann's graphische Windtabelle.

Bornemann [1]) hat unter Zugrundelegung der
bach'schen Formel I eine graphische Tabelle de
4 bis 180 Millimeter Quecksilbersäule durch Düs
15 bis 200 Millimeter Weite ausströmenden Wind
mitgetheilt, welche eine für die Praxis hinreichen
nauigkeit gibt und vor den numerischen Tabell
Vorzug besitzt, dass sie drei Eingänge gestattet,
letztere nur zwei Eingänge erhalten können. Die
schen Tabellen lassen deshalb die unmittelbare Lös
umgekehrten Aufgaben zu und können auch durc
Hinzufügung besonderer Maassstäbe für jedes Maas
zugleich anwendbar gemacht werden.

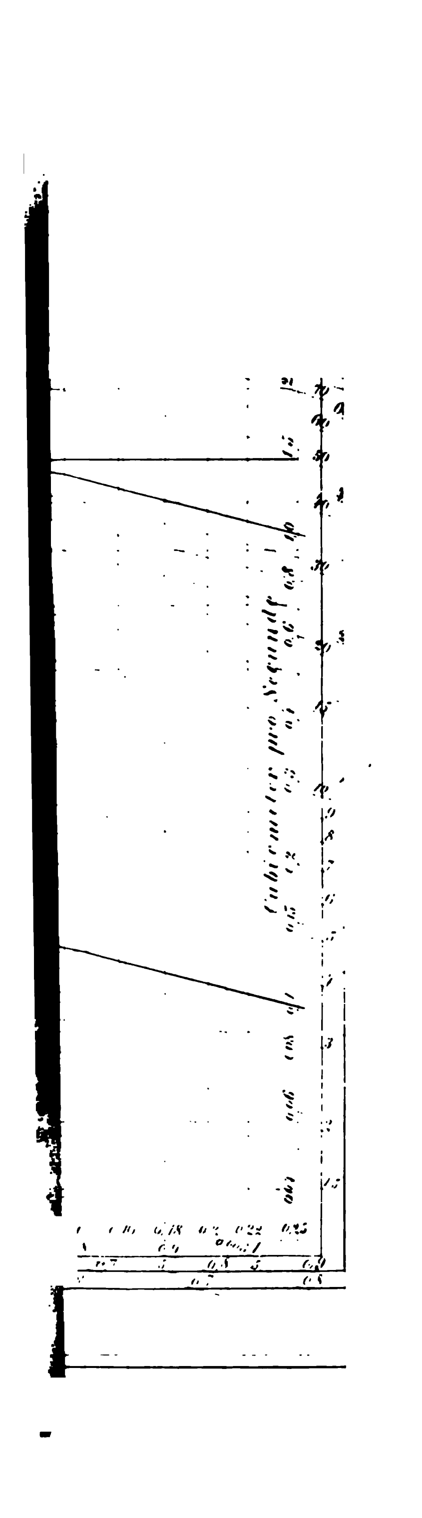
In dem auf nebenstehender Tafel in Figur 1 da
ten, mit einem Netz von horizontalen, vertikalen un
gen Linien überzogenen Diagramm befinden sich
Seiten verschiedene Scalen, nämlich in preussisch
österreichischen Zollen (welche bei dem angewandten
Maassstabe zusammenfallen), in englischen Zollen
Millimetern.

Am unteren Rande des Diagramms sind di
sungen von 0,005 bis 0,25 Atmosphären angegeben
oberen Rande ist eine correspondirende Scala d
sungen in Millimetern Quecksilbersäule von 4 bis 1
metern zu sehen, darüber die entsprechenden Scalen
Windpressungen in englischen, preussischen und öst
schen Zollen Wassersäule. Aus diesen Scalen fin
Eingang nach dem vertikalen Liniensysteme statt.

---

bläse in: Rittinger's Erfahrungen 1858. S. 11. B. u.
1860. S. 131.

1) Civilingenieur Bd. VII. Hft. 2. B. u. h. Ztg. 1861. S. 1





Die Scale am linken Rande gibt die Düsendurchmesser in Millimetern von 15 bis 200 Millim., sowie in englischen und preussischen oder österreichischen Linien an und aus derselben geht man parallel zu dem horizontalen Liniensystem in die Tafel ein.

Die am rechten Rande der Figur befindliche Scala, welche um den unteren Rand herumgebogen ist, gibt die pro Sec. ausströmende Windmenge für eine Temperatur von 10° C. und einen Barometerstand von 0,76 Meter in Cubikmetern, sowie in englischen und preussischen oder österreichischen Cubikfussen an und entspricht dem schrägen System von Linien.

Die nachstehenden Beispiele erörtern die Anwendung der graphischen Tabelle:

A. Voraussetzung einer Lufttemperatur von 10° C. und eines Barometerstandes von 0,76 Metern.

1. Aufgabe. Es soll die Windmenge in preuss. Cubikfussen ermittelt werden, welche bei 7 preuss. Zoll Wassersäule und 30 preuss. Lin. Düsendurchmesser pro Sec. ausströmt. Man sucht am untern oder obern Rande der Figur die Windpressung, also den Theilpunct 7, und am linken Rande den betreffenden Düsendurchmesser, den Theilpunct 30, auf, zieht aus ersterem Puncte eine vertikale, aus letzterem eine horizontale Linie, legt in dem Durchschnittspuncte beider Linien ein Lineal parallel zu dem schrägen Liniensystem und liest in dem mit P bezeichneten Maassstabe am Rande die zugehörige Windmenge, hier 5,4 Cubikfuss, ab, wobei man sich durch Schätzung der Entfernungen helfen muss.

2. Aufgabe. Es soll aus einer Düse von gegebenem Durchmesser, z. B. 60 Millim., eine bestimmte Windmenge, z. B. 0,2 Cubikmeter pro Sec., ausgepresst werden, wie hoch muss die Pressung der Luft sein? Man sucht in der Scale am linken Rande den mit 60 bezeichneten Theilpunct, in der Scale der Windmengen rechts den mit 0,2 bezeichneten Punct, geht aus letzterem schräg aufwärts bis in die Horizontale des ersteren Punctes und steigt endlich aus dem Durchschnittspuncte vertikal aufwärts, so findet sich in der

Scale der Windpressungen eine Quecksilbersäule von 28, Millimetern.

3. Aufgabe. Es soll die Düsenweite gesucht werden, bei welcher ein gegebenes Windquantum, z. B. 10 Cbfss. österr. pro Sec., bei einer bestimmten Pressung, z. B. 6 Zoll Wassersäule, ausströmt. Man sucht in der mit *O* bezeichneten Scale am rechten Rande die Windmenge 10, in der Scale am oberen Rande den Theilstrich 6 auf und geht aus dem Durchschnittspunct einer durch 10 gelegten schrägen Linie mit einer durch 6 gezogenen Vertikalen horizontal hinüber in die Scale am linken Rande, welche 43 Lin. als den erforderlichen Düsendurchmesser nachweist.

B. Voraussetzung verschiedener Windtemperaturen und verschiedener Barometerstände.

1. Aufgabe. Sollen die Windmengen bei andern, als den oben angegebenen Barometer- und Thermometerständen von resp. 0,76 Met. und 10° C. gefunden werden, so bedürfen die nach Figur 1 erhaltenen Zahlen noch einer Correction und dient zur Aufsuchung des damit zu multiplicirenden Correctionscoëfficienten die Figur 2, welche an ihrem unteren Rande eine Scale für Barometerstände von 0,68 bis 0,8 Meter und am linken für Windtemperaturen von 20 bis 400° C. enthält. Sind z. B. Thermometer- und Barometerstände von resp. 300° C. und 0,72 Met. gegeben, so geht man aus den beiden Scalen am linken und unteren Rande, den horizontalen und vertikalen Linien folgend, bis zum Durchschnitt und steigt, aus dem Durchschnittspuncte dem System der Transversalen folgend, aufwärts bis in die Scale der Reductionscoëfficienten, wo man in vorliegendem Falle den Coëfficienten 1,494 erhält.

2. Aufgabe. Wie hoch muss die Windpressung sein, um eine Windmenge von 0,3 Cubikmeter bei 300° C. Temperatur und 0,72 Met. Barometerstand durch eine Düse von 60 Millimeter Weite ausströmen zu lassen? Man sucht nach Tabelle 2 den zu 300° C. und 0,72 Met. gehörigen Coëfficienten = 1,494, dividirt damit die Windmenge 0,3 Cubikmeter und sucht diese Windmenge $= \frac{0,3}{1,494} = 0,20$ Cu-

bikmeter in der Windmengenscale der Figur 1 auf, welche bei den obigen Annahmen eine Pressung von 28,2 Millim. ergibt. Es muss also zunächst die Windmenge auf 10° C. und 0,76 Met. reducirt werden, was auch bei Aufgaben der dritten Art erforderlich ist.

Fig. 3 gewährt eine Vergleichung der verschiedenen Windmengen, welche bei Anwendung verschiedener Formeln unter sonst gleichen Umständen resultiren. Wie WEISBACH dargethan hat, gibt dessen neuere Formel I in dem Diagramm durch die Curve No. 1 bezeichnet, kleinere Resultate, als die ältere hydraulische Formel (Curve No. 3), und grössere, als die logarithmische Formel (Curve No. 4), während die unter III aufgeführte WEISBACH'sche Näherungsformel (Curve No. 2) nur wenig höhere Resultate gibt. In dem Diagramm ist das Verhältniss des inneren zum äusseren Drucke links als Abscissen und die zugehörigen Windmengen sind als Ordinaten angetragen. Bei $^1/_{20}$ Atmosphärenüberdruck (Abscisse 1,05) werden die Differenzen schon ziemlich merklich.

WEISBACH Näherungsformel.

In der neuesten Zeit hat WEISBACH[1]) eine sehr einfache Formel angegeben, welche bei kleinen Pressungen nahe dieselben Werthe für die Windmengen gibt, wie die älteren Formeln sowohl, als auch die obige (II) mit Berücksichtigung des POISSON'schen Gesetzes; bei grösseren Pressungen weichen die nach dieser Näherungsformel gefundenen Werthe von den Werthen nach den älteren Formeln mehr ab, sind aber denen nahe gleich, welche die Formel (II) ergibt, so dass man nach dieser Näherungsformel für die Praxis hinreichend genaue Resultate erhält.

Die neue Formel ist.

$$Q = 363\, F \sqrt{(1 + 0{,}00367\, \tau)\, \frac{h}{b}} \text{ Cubikmeter oder} \quad \text{(III)}.$$

$$Q = 1158\, F \sqrt{(1 + 0{,}00367\, \tau)\, \frac{h}{b}} \text{ Cubikfuss.} \quad \text{(IV)}.$$

Setzt man $\tau = 10$, so ist

$$Q = 369\, F \sqrt{\frac{h}{b}} \text{ Cubikmeter und} \quad \text{(V)}.$$

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 201.

(VI). $$Q = 1179\ F \sqrt{\frac{h}{b}} \text{ Cubikfuss.}$$

Bei Anwendung von **erhitzter** Luft muss dieser Ausdruck noch mit

$$\frac{1{,}018}{\sqrt{1 + 0{,}00367\,\tau'}}$$

multiplicirt werden, und es drückt dann Q das Luftvolumen in preuss. Cubikfss. oder in Cubikmetern pro Secunde, auf die mittlere Temperatur 10° C. und 29 Z. Barometerstand reducirt, aus, indem bezeichnen:

F Querschnitt der Düse in Quadratfussen oder Quadratmetern.

h Manometerstand in Zollen oder Metern Quecks.

b Barometerstand „ „ „ „ „

τ' Temperatur der erhitzten Luft nach Celsius.

Nach dieser Formel (VI) sind von Buschbeck[1]) eine grosse Anzahl von Windberechnungen ausgeführt, um den Windbedarf bei Eisenhohöfen zu ermitteln.

Die Formel (VI) erhält ihre einfachste Gestalt, wenn man $F = 1$ Quadratzoll annimmt, als

(VII). $$Q = 8{,}2 \sqrt{\frac{h}{b}},$$

worin Q das Quantum Luft von 10° C. und 29 Z. Barometerstand in preuss. Cubikfussen bezeichnet, welches in 1 Secunde bei 1 Quadratzoll Düsenquerschnitt ausströmt. b Barometerstand in Zollen. h Manometerstand in Zollen.

Windtabelle nach Weisbach's Näherungsformel.

Nach dieser Formel lässt sich folgende **Windtabelle** entwerfen:

$\frac{h}{b}$	Q	$\frac{h}{b}$	Q
0,01	0,82	0,30	4,49
0,02	1,16	0,35	4,85
0,05	1,83	0,40	5,19
0,10	2,59	0,45	5,50
0,15	3,18	0,50	5,80
0,20	3,67	0,55	6,08
0,25	4,10	0,60	6,35

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 4.

rhitzter Luft bedürfen diese Werthe noch einer
ı durch Multiplication mit dem Seite 678 angege-
öfficienten.

nachstehende Tabelle[1]) enthält die Gewichte G
bikmeter Luft bei dem mittleren Barometerstande
Met. und bei verschiedenen Temperaturen nach

Gewicht von 1 Cubikmeter Luft von verschiedener Temperatur.

Gewicht eines Cubikmeters. Kilogr.	Temper. nach Celsius.	Gewicht eines Cubikmeters. Kilogr.	Temper. nach Celsius.	Gewicht eines Cubikmeters. Kilogr.
1,299	80	0,995	275	0,639
1,294	85	0,985	300	0,611
1,265	90	0,971	325	0,585
1,252	95	0,957	350	0,561
1,229	100	0,944	375	0,539
1,208	110	0,919	400	0,519
1,188	120	0,896	425	0,500
1,177	130	0,873	450	0,483
1,148	140	0,851	475	0,467
1,130	150	0,831	500	0,451
1,111	160	0,811		
1,094	170	0,793		
1,076	180	0,775		
1,060	190	0,758		
1,044	200	0,742		
1,029	225	0,704		
1,013	250	0,670		

das Gewicht G' eines Cubikmeters Luft von ver-
r Temperatur auch bei beliebigen Spannungen
, bedient man sich der folgenden Formel:

$$G' = G + 0{,}097 \,.\, h \,.\, G$$

ıus der mitgetheilten Tabelle zu entnehmen ist und
he an einem Wassermanometer bezeichnet.

Gewicht eines Cubikmeters atmosphärischer Luft
C. ($G = 0{,}742$) und 1 Meter Wassermanometer-
lemnach

$$G' = 0{,}742 + 0{,}097 \,.\, 1 \,.\, 0{,}742$$
$$= 0{,}814 \text{ Cubikmeter.}$$

[1]) ...ger's Centrifugal-Ventilatoren. 1858. S. 30.

Zweites Kapitel.

Apparate und Geräthschaften zu mechanischen Arbeiten.

Allgemeines.

§. 108. **Allgemeines.** Von derartigen Apparaten und Geräthschaften soll hier nur ganz kurz die Rede sein. Dieselben werden in den folgenden Theilen nähere Berücksichtigung finden, wo ihre Anwendung bei Darstellung der verschiedenen Metalle erwähnt werden muss.

Eintheilung.

Hinsichtlich des Zweckes ihrer Anwendung lassen sie sich in folgende Abtheilungen bringen:

1) **Zerkleinerungsapparate**, als: **Pochwerke** (z. B. zur Zerkleinerung von Erzen, Lechen, Schwarzkupfer, Schlacken, Krätz, Gestübbe), **Quetschwalzwerke** (Zerkleinerung der Eisensteine), **Hammerwerke** (Zerkleinerung der Eisensteine), **Mühlen** (Zerkleinerung von Lechen behuf der Amalgamation oder sonstigen Silberextraction, Glättemühlen), **Kugeltonnen** (zur Gestübbebereitung), **Centrifugalmaschinen** (z. B. von ROSTAING zur Zerkleinerung der Leche), **Scheeren** etc.

2) **Trennungsapparate**, als: **Siebvorrichtungen** in Gestalt von Rättern, Trommeln und Cylindern (Amalgamation, AUGUSTIN's und ZIERVOGEL's Silberextraction, Sieben der gemahlenen Glätte, der Schlacken), **Schlämmvorrichtungen** (für gerösteten Zinnstein, zur Goldgewinnung etc.) etc.

3) **Mengapparate**, als: **Knet- oder Stampfwerke** (z. B. zum Ankneten der Rückstände von der Silberextraction mit Thon), **Kugeltonnen** (Gestübbe) etc.

4) **Streckapparate**, als: **Walz- und Hammerwerke**, **Zängemaschinen**, **Leierwerke** etc.

5) **Förderapparate**, als: **Gichtaufzüge**, **Gichtwagen**, **Krahne** u. dgl.

6) **Arbeitsgezäh** von der verschiedensten Art, z. B. **Röstgezäh** (Taf. XVI. Fig. 416—419), **Schmelzgezäh** (Taf. XVI. Fig. 420—428), **PATTINSON'sches Gezäh** (Taf. XVI. Fig. 429—438), **Treibgezäh** (Taf. XVI. Fig. 439—448), **Zinkhüttenwerkzeuge** (Taf. XVI. Fig. 449—451) u. s. w.

V. Abschnitt.

Von den Hüttenproducten.

§. 109. Allgemeines. Hüttenproducte nennt man die Erzeugnisse der Hüttenprozesse. Man bezeichnet sie näher entweder nach dem Prozesse, wobei sie erfolgen (Röst-, Schmelzproducte etc., Blei-, Kupferhütten-producte etc.), oder nach Massgabe ihrer Zusammensetzung und besonders ihres Gehaltes an nutzbarem Metalle (Educte, Fabrikate, Zwischenproducte und Abfälle).

Begriff. Classification.

Von besonderem Interesse für den Metallurgen sowohl, als auch für den Mineralogen und Geognosten sind die krystallisirten Hüttenproducte.[1] Bei constanter Zusammensetzung gewähren sie

Krystallis. Hüttenproducte. Wichtigkeit derselben für den Metallurgen.

a) oft wichtige Aufschlüsse über den Schmelzprozess und erzeugen sich häufig nur bei regelrechter Beschickung. So bemerkt z. B. BISCHOF[2]), dass krystallisirungsfähige Eisenhohofenschlacken weniger geneigt seien, Kieselerde von den Wandungen aufzunehmen oder Eisenoxydul aus dem Erz, folglich bei längerer Campagne hohes Ausbringen geben;

b) es concentriren sich in denselben zuweilen Substanzen, welche man in der Beschickung nicht nachzuweisen vermochte, die aber einen schädlichen oder günstigen Einfluss auf die zu erzeugenden Producte ausüben können oder sich indifferent zeigen (Bildung von Cyanstickstofftitan, Schwefelmangan, Kupferglimmer, von arseniger Säure in Rösthaufen). Zuweilen sammeln sich solche nur in geringen Mengen vorkommende Substanzen auch in unkrystallisirten Producten an (z. B. Selen im Flugstaub der Mansfelder Röstöfen und gemeinschaftlich mit Quecksilberverbindungen in den Bleikammern der OKER'schen Schwefelsäurefabrik, Gold im Blicksilber, Wismuth in der Testasche, Wolfram und Molybdän in Eisensauen etc.). Das

1) Ueber den krystallinischen und amorphen Zustand der Hüttenproducte: JULLIEN's Eisenhüttenkunde, deutsch von HARTMANN. 1861. S. 1.

2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 68.

Vorhandensein solcher Stoffe kann nicht selten zum Erklären mancher Erscheinungen dienen.[1])

c) Manche Hüttenprozesse beruhen auf der Ausscheidung eines Metalles aus Legirungen durch Auskrystallisiren desselben, z. B. der PATTINSON'sche Prozess.

Ungünstige Wirkungen der Krystallisation.

Es kann jedoch auch in vielen Fällen ein krystallinischer Zustand der Hüttenproducte unerwünscht sein, weshalb derselbe vom Hüttenmann nicht absichtlich angestrebt wird. Manche krystallisirten Hohofenschlacken sind

a) strengflüssiger, als die sie umgebende amorphe Grundmasse von gleicher Zusammensetzung, z. B. Mägdesprunger Schlacken.[2])

b) Die Schlacken sind reich an dem Oxyde des auszubringenden Metalles und erlangen ihre Krystallisationsfähigkeit erst durch Aufnahme desselben (grüne Eisenhohofenschlacken, Eisenfrischschlacken).

c) Der krystallinische Zustand kann bei Metallen ihrer mechanischen Verarbeitung Hindernisse entgegenstellen; z. B. kann PATTINSON'sches Blei trotz seiner Reinheit zum Walzen weniger geeignet sein, als ein kupferhaltiges Blei.[3]) Das krystallinische Stabeisen zeigt weniger Festigkeit, als das körnige etc.

Wichtigkeit krystallis. Producte für den Geologen.

Von der grössten Wichtigkeit sind aber krystallisirte Hüttenproducte für den Mineralogen und Geognosten, indem sie über die Entstehungsweise der Mineralien Licht geben, und die Vorgänge bei ihrer Bildung zur Deutung mancher geognostischen Probleme dienen können.[4])

---

1) LEONH. Hüttenerz. S. 68. B. u. h. Ztg. 1859. S. 37.

2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 69. Bgwfd. X. 45. 74; XII, 546.

3) KERL, Oberharz. Hüttenproz. 1860. S. 446.

4) LEONHARD, Hüttenerzeugnisse und andere auf künstlichem Wege gebildete Mineralien als Stützpuncte geolog. Hypothesen. Stuttgart 1858. — HAUSMANN, über die Benutzung metallurg. Erfahrungen bei geologischen Forschungen. Göttingen 1836. — HAUSMANN, Studien d. Götting. Ver. VI, 410 (1850). GURLT, Uebers. der pyrogeneten künstlichen Mineralien etc. 1857. S. 4. BISCHOF, Mägdesprunger Hohofenproducte. Eine Notiz für Geognosten u. Hüttenleute. Quedlinburg 1853. DAUBRÉE, Metamorphismus der Gesteine. B. u. h. Ztg. 1861. S. 206.

Hauptbedingungen zur Bildung [1]) krystallisirter Producte sind zwar Raum, Ruhe, Freiheit der Bewegung in geschützten Räumen und allmäliges Erkalten, aber, obgleich diese Bedingungen vorhanden sind, tritt doch nicht immer eine Krystallbildung in Folge noch nicht näher gekannter Umstände ein. Dieselbe kann stattfinden:

Bildungsw… krystallisi… Product…

1) Durch langsames Erkalten im richtigen Verhältnisse zusammengeschmolzener, hinreichend dünnflüssiger Massen (Entstehung von krystallisirten Schlacken, Lechen etc.), nachdem nicht selten eine Infiltration derselben ins Ofengemäuer stattgefunden hat.

Die bei hoher Temperatur erzeugten dünnflüssigen Cokeshohofenschlacken sind zur Krystallisation geneigter, als die zäheren Holzkohlenofenschlacken, welche sich bei niedrigerer Temperatur bilden; noch seltener entstehen bei Blei- und Silberschmelzprozessen der niedrigen Temperatur wegen krystallisirte Schlacken. Strengflüssige Eisensteinsbeschickungen begünstigen die Bildung krystallisirter Schlacken, leichtflüssige dagegen liefern glasige und steinige Producte (LEONH. c. l. S. 35, 40, 190). Nach PLATTNER [2]) entstehen in Höhlungen von Schlacken auf die Weise gleichsam aufgewachsene Krystalle, dass grössere Massen flüssiger Schlacken, ohne in Bewegung zu sein, langsam erstarren. Es scheiden sich dann bei einem gewissen Temperaturgrade in der noch flüssigen Masse Krystalle aus, schwimmen in derselben in weichem Zustande und werden — indem die Erstarrung von aussen nach innen fortschreitet und die noch flüssige Schlacke im Innern wegen ihrer Zusammenziehung beim Erstarren den gebliebenen Raum nicht völlig ausfüllt, also Höhlungen entstehen — durch Contraction der allmälig von innen nach aussen erstarrenden Schlacke nach der Mitte gedrängt und treten, nachdem in der Mitte an einer oder an mehreren Stellen in Folge des überflüssigen Raumes ein Zerreissen der nicht krystallisirten Schlackenmasse stattfindet, so in die dadurch entstehen-

1) BRONN, Geschichte d. Natur I, 169. LEONHARD c. l. S. 40, 190. GURLT. c. l. S. 6. LEONHARD, Jahrb. f. Miner. etc. 1855. S. 130.
2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 159. LEONH. c. l. S. 40.

den Räume ein, dass sie mit den Begrenzungsflächen noch in Verbindung bleiben. Die Ausscheidung der Krystalle erfolgt meist von oben herein, zuweilen von der Seite, so dass die untere Fläche der Höhlung glatt oder nur krystallinisch erscheint, weil daselbst gebildete Krystalle sich in die übrige Schlackenmasse je nach ihrem spec. Gew. mehr oder weniger tief gesenkt haben.

In manchen eisenoxydreichen Schlacken (Eisenfrischschlacken, Schlacken von der Concentration eisenreicher Kupfersteine) findet sich nach PLATTNER[1]) Eisenoxyduloxyd eingemengt, welches beim Erstarren der Schlacken in deren Höhlungen auskrystallisirt und nicht mit der eigentlichen Schlackenmasse zu verwechseln ist.

Durch künstliche Herstellung hohler Räume in Schlackenmassen mittelst Gasblasen, z. B. durch Einbringen eines feuchten Holzstabes in dieselben, wird die Krystallbildung begünstigt.[2])

In Folge der beim Kernrösten (S. 75) stattfindenden chemischen Vorgänge können Schweflungen aus grösseren Erzstücken ausschmelzen und krystallisiren, z. B. Schwefelblei bei der zweiten Röstung Unterharzer Bleierze[3]), Kupferkies beim zweiten Rösten der Rammelsberger Kupfererze.[4])

2) Durch Sublimation der das krystallisirte Product bildenden Substanz, wobei um so schönere und grössere Krystalle entstehen, je langsamer die Substanz verdampft und je allmäliger sie in einem völlig geschützten Raume sich abkühlt (Bildung von krystallisirtem Schwefel, Schwefelarsen, aus Schwefelblei bestehenden Röstproducten und Ofenbrüchen, von Chlorkalium, Chlornatrium, Cyankalium, Eisen und Graphit in Blasenräumen der Schlacken etc.). Zuweilen dringen die Dämpfe, wenn ihnen nach oben der Ausweg versperrt wird, in die Sohle ein (z. B. Calomeldämpfe bei der Röstung quecksilberhaltiger

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 114.
2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 68.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 247.
4) HAUSMANN, neue Beitr. S. 9. LEONH., Hüttenerz. S. 91.

Fahlerze, dampfförmiges Roheisen, Hohofentitan und Graphit in den erweichten Sohlstein etc.). Wirkt auf die sublimirenden Dämpfe oder auf das bereits krystallisirte, aber noch heisse Product Luft oder Wasserdampf ein, so bilden sich oxydische Körper (Antimonoxyd, arsenige Säure, Zinkoxyd und kohlensaures Zinkoxyd), zuweilen in Pseudomorphosen (schwefelsaures Bleioxyd nach Bleiglanz).

Ulrich[1]) fand in Oker'schen Kupfergaarschlacken Krystalle von arseniger Säure, wahrscheinlich dadurch entstanden, dass in der Schlacke vorhandenes arsenigsaures Salz durch eine stärkere Säure, z. B. Kieselsäure, zerlegt, arsenige Säure entbunden, bei bereits stattgehabter oberflächlicher Erstarrung der Schlacken in Blasenräumen derselben zurückgehalten wurde und Gelegenheit fand, zu krystallisiren.

3) Durch Sublimation und Vereinigung der das Product bildenden einzelnen Bestandtheile, welche entweder schon für sich oder in Verbindung mit andern Körpern flüchtig sind. Hierher gehört z. B. die Bildung zinkblendehaltiger Ofenbrüche in Blei- und Rohöfen, welche nach Plattner[2]) auf die Weise entstehen, dass der im Schmelzraume gebildete Schwefelkohlenstoff mit Zinkdämpfen im Ofenschachte emporsteigt und durch die Gebläseluft in schweflige Säure und Kohlensäure zerlegt wird. In Berührung mit Kohle verwandeln sich diese Gase in Kohlenoxydgas und Schwefeldampf, welcher letztere mit den Zinkdämpfen Schwefelzink bildet. Der Gehalt an Schwefeleisen in Ofenbrüchen lässt sich dadurch erklären, dass, wenn man Schwefeldämpfe über schmelzendes oder schwach erweichtes Schwefeleisen streichen lässt, geringe Mengen von letzterem mit fortgenommen werden. Auch kann sich direct Zink mit Schwefel in Dampfform verbinden oder Schwefelkohlenstoff durch Zink unter Abscheidung von Kohlenstoff zerlegt werden. Hierfür spricht die Thatsache, dass nicht selten Kohlenstoff in solchen Ofenbrüchen sich ausgeschieden

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 38.
2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 128.

findet.[1]) Hierher gehört auch die Bildung des flüchtigen Ofentitans (Cyanstickstofftitans).

Durch Zersetzung von Metallchloriddämpfen durch Schwefelwasserstoffgas können Schwefelmetalle entstehen (Kupferglanz, Schwefelkies, Antimonglanz), sowie durch Zusammentreffen von Metallchloriden und Wasserdämpfen bei erhöhter Temperatur Oxyde (Magneteisenstein, Kupferoxyd, Eisenoxyd). Die Kieselsäure (Eisenamyanth) der Eisenhohöfen entsteht durch Zerlegung von Schwefel-, Fluor- oder Chlorsilicium durch Wasserdampf.

4) Durch Einwirkung dampf- oder gasförmiger Körper auf rigide bei erhöhter Temperatur. Auf diese Weise bildet sich z. B. Mennige beim Rösten bleiischer Producte und in Treiböfen durch Einwirkung von Luft auf Blei, künstlicher Feldspath bei Kupfer- und Eisenhohofenprozessen durch Einwirkung von dampfförmigen Kalisalzen (Cyankalium, kohlensaurem Kali) auf die Silicate in den Ofenbausteinen, Entstehung von haarförmigem Silber durch Zerlegung von Schwefelsilber durch Wasserdämpfe u. dgl. m.

5) Durch Einwirkung dampf- oder gasförmiger Substanzen auf flüssige Körper. Bildung von Bleiglätte beim Abtreiben durch Einwirkung von Luft auf flüssiges Blei, von Magneteisenstein durch Einwirkung von Wasserdampf auf Schwefeleisen (in Freiberger Flammöfen), von Eisenblei durch Einwirkung dampfförmigen Bleies auf flüssiges Eisen etc.

Zuweilen sind Hüttenproducte ihrer Zusammensetzung und auch ihrem Aeusseren nach natürlichen Gebilden sehr ähnlich, z. B. manche Gossenschlacken Gebirgsarten, Ofenbrüche dem Bleiglanz oder der Zinkblende; es gibt dann aber die ohne oder mit bewaffnetem Auge wahrzunehmende Porosität der Hüttenproducte ein untrügliches Unterscheidungsmerkmal.

Vorherrschende Krystallgestalten.

Fast sämmtliche Krystallsysteme[2]) finden sich unter den Hüttenproducten vertreten.

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 303. Berggeist 1859. No. 33.

2) Die Bezeichnung der Krystallgestalten nach den verschiedenen Autoren geschieht, bei Zugrundelegung des NAUMANN'schen Systemes, folgendermassen:

Die meisten dieser Gebilde gehören dem regulairen Systeme an, und Octaeder und Würfel herrschen vor (z. B.

A. Trimetrische (3axige) Gestalten.

I. Orthometrische Gestalten, die Axen stehen unter rechten Winkeln auf einander.

1) Alle drei Axen sind einander gleich.

NAUMANN	WEISS	MOHS	BREITHAUPT	HAUSMANN
Tesseral. System.	Regulair. System.	Tessular. Syst.	Tessular. Syst.	Isometrisch. Syst.

2) Zwei Axen sind gleich, die dritte grösser oder kleiner.

Monodimetr. od. tetragonal. Syst.	4gliedriges oder 2 µ. 1axig. Syst.	Pyramidal. Syst.	Tetragonal. Syst.	Monodimetr. Syst.

3) Alle drei Axen sind ungleich.

Anisometr. oder rhomb. Syst.	2 u. 2gliedriges od. 1 u. 1axiges Syst.	Orthotyp. Syst.	Holoedrisch. oder rhomb. Syst.	Trimetrisch. Syst.

II. Klinometrische Gestalten, die Axen schneiden sich nicht unter rechten Winkeln und sind ungleich.

4) Zwei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln.

Monoklinometr. Syst.	2 u. 1gliedr. Syst.	Hemiorthotyp. Syst.	Hemiedrisch. Syst.	Trimetr. Syst.

5) Alle drei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln.

Triklinometr. Syst.	1 u. 1gliedr. Syst.	Anorthotyp. Syst.	Tetartoedr. Syst.	Trimetr. Syst.

6) Alle drei Axen schneiden sich unter schiefen Winkeln, die Durchschnittsebene der dritten Axe fällt zwischen die der beiden andern Axen.

(MITSCHERLICH's System,)

		Hemianorthotyp. Syst.	Diklinometr. Syst.	

B. Tetrametrische (4axige) Gestalten.

Drei gleich lange Axen schneiden sich in einer Ebene unter gleichen Winkeln, die vierte Axe steht auf ihnen senkrecht.

Monotrimetr. oder hexagonal. Syst.	3 u. 1axiges Syst.	Rhomboedr. Syst.	Hexagonal. Syst.	Monotrimetr. Syst.

HAUSMANN hat im 2ten Theil der zweiten Ausgabe seines Handbuches der Mineralogie S. XIII—XX in einem Nachtrage zum 1sten Theil eine neuere Eintheilung der trimetrischen Systeme angenommen, und von BREITHAUPT wurden neuerdings 13 Krystallisationssysteme in 4 Gruppen nach den vier alten (tesser., tetragon., hexagon. und rhomb. Syst.) vertheilt (B. u. h. Ztg. 1860. S. 97).

bei **Gold**, **Silber**, **Nickel**, **Cadmium**, **Kupfer**, **Blei**, **Zink**, **Eisen**, **Bleistein**, bleiischen und blendigen **Ofenbrüchen**, **arseniger Säure**, **Schwefelkies**, **Schwefelmangan**, grauem **Roheisen**, **Kupferoxydul**, **Cadmiumoxyd**, **Nickeloxydul**, **Magneteisenstein**, **Chloralkalien**, **Cyanstickstofftitan**, **Granat**), dann folgen der Zahl nach Krystallisationen nach dem **hexagonalen** System (**Wismuth**, **Antimon**, **Zink**, **Arsen**, **Graphit**, **Zinnober**, **Magnetkies**, **Antimonnickel**, **Zinkoxyd**, **Eisenglanz**, **Glimmer**, **Kieselschmelz**, **Pyromorphit**, **Kupferglimmer**), nach dem **tetragonalen** System (**Zinn**, **Kupferkies**, **Nickelspeise**, **Zinnoxyd**, **Quecksilberchlorür**, **Vesuvian**, **Humboldtilith**, **Gehlenit**, **Gelbbleierz**), nach dem **rhombischen** Systeme (**Auripigment**, **Bleiglas**, **Placodin**, **Bleiglätte**, **Antimonblüthe**, **Chrysolith**- und **Olivinschlacken**), nach dem **monoklinoedrischen** Systeme (**Realgar**, **Kobaltspeise**, **Spiegeleisen**, **Kieselmangan**, **Feldspath**, **Wollastonit**-, **Augit**- und **Hornblendeschlacken**). **Triklinoedrische** Gestalten sind noch zweifelhaft. Auch treten **dimorphe** Verbindungen auf; es krystallisirt z. B. **Zink** tesseral und hexagonal, **Schwefel** rhombisch und monoklinoedrisch, **arsenige Säure** tesseral und rhombisch, **Kupferglas** tesseral und zweigliedrig rhombisch.

Krystallisationsstreben einfacher u. zusammengesetzter Producte. Die einfachen Körper krystallisiren bald um so leichter, je weniger fremde Bestandtheile sie enthalten (**Wismuth**, **Blei** beim Pattinsoniren etc.), bald trägt eine Verunreinigung bis zu einem gewissen Grade, wodurch das Metall zu einer Legirung wird, zur Krystallisation bei (**Krätzblei**, **Schwarzkupfer**, **Blicksilber** etc.). Bei zusammengesetzteren Verbindungen nach festen Verhältnissen, z. B. bei **Schlacken**, scheint die Krystallisationsverbindung grösser zu sein, als bei einfachen, und mit der Grösse des specifischen Gewichtes im umgekehrten Verhältnisse zu stehen.

Sonstige Schlackenmerkmale. Ausser der Krystallgestalt können zur näheren Kenntniss der Hüttenproducte ihre **Spaltbarkeit** und **Bruch**, ihre **Härte**, das **specifische Gewicht** (Blei, Schlacken), die **Farbe** etc. beitragen.

Zur Kenntniss der Hüttenproducte im Allgemeinen, sowie hauptsächlich der krystallisirten Producte haben besonders beigetragen die Arbeiten von BERTHIER[1]), BREDBERG[2]), GURLT[3]), HAUSMANN[4]), KARSTEN[5]), KOCH[6]), LAMPADIUS[7]), LEONHARD[8]), MITSCHERLICH[9]), PLATTNER[10]), RAMMELSBERG[11]),

Geschichtliches.

---

1) BERTHIER, Handb. d. metall.-analyt. Chem., deutsch von KERSTEN. Leipzig 1836. KARST., Arch. 1. R. VII, 323, 356; X, 286; XIV, 452. ERDM., Journ. f. pr. Ch. IV, 457; V, 273; VI, 106.

2) KARSTEN, Arch. 1. R. VII, 248. POGG., XVII, 268. ERDM., Journ. f. ök. Ch. XII, 287.

3) GURLT, Uebersicht der pyrogeneten künstlichen Mineralien, namentlich der krystallisirten Hüttenerzeugnisse. Freiberg 1857. — Berggeist 1859. No. 33. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 400.

4) HAUSMANN, specimen crystallographiae metallurgicae. Göttingen 1819. Dessen Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde. Göttingen 1850. Dessen neue Beiträge etc. 1852. KARST., Arch. 2. R. XVII, 784. LEONH., Jahrb. 1837. S. 583. Norddeutsche Beitr. 1810. Stück 4, S. 86. Nachrichten von der Georg. August. Universität etc. zu Göttingen. Nr. 12 de 1852, No. 4 de 1855, No. 12 de 1856 etc. Stud. d. Götting. Ver. VI, 323. 1854.

5) KARSTEN in seinem Archiv, seiner Metallurgie u. seiner Eisenhüttenkunde.

6) KOCH, Beitr. z. Kenntniss krystallinischer Hüttenproducte. Göttingen 1822.

7) LAMPADIUS, Handb. d. allgem. Hüttenkde., nebst 3 Suppl. ERDM., Journ. f. ök. Ch. XIV, 259; XV, 22; XVI, 146. KARST., Arch. 2. R. XV, 382.

8) LEONHARD, Hüttenerzeugnisse 1858. Dessen Jahrb. f. Mineralogie, Geognosie etc.

9) KARSTEN's Arch. 1. R. VII, 234. Abhandlungen der Berl. Acad. d. Wissenschaften. 1822—1823, physik. Classe, S. 25—41. BERZELIUS, Jahresber. IV, 249.

10) PLATTNER, die Probirkunst mit dem Löthrohre. 1853. Ders. über Bestimmung der Schmelzpuncte mehrerer Hüttenproducte etc. und der Hitzgrade, bei denen sich verschiedene Silicate bilden. Eine Beilage zu MERBACH's Anwendung der erhitzten Gebläseluft im Gebiete der Metallurgie. 1840. etc. Dessen metallurgische Röstprozesse. Freiberg 1856. — B. u. h. Ztg. 1854. S. 303; 1855 S. 128, 143, 159; 1856. S. 114.

11) RAMMELSBERG, Lehrbuch der chem. Metallurgie. Berlin 1850. Dessen krystallographische Chemie 1855. Bgwfd. XII, 545. POGG., Ann. LXXIV, 95.

Sandberger[1]), Sefström[2]), Starbäck[3]), Ulrich[4]) und Winkler.[5])

Nachdem schon Vauquelin, Berthier und Vivian sich mit krystallisirten Hüttenproducten beschäftigt hatten, ging von Hausmann im Jahre 1816 der Gedanke aus, metallurgische Erfahrungen auf Erklärung geologischer Phänomene anzuwenden, und alsbald schlossen sich seinen Leistungen die von Mitscherlich (1823), Sefström, Starbäck und Koch an[6]), später die von Zincken, Plattner, Wöhler, Kersten, Rammelsberg, Sandberger, Leonhard, Percy, Miller u. A. Letztere veröffentlichten eine Untersuchung über krystallisirte Schlacken in den Transactions of the phil. soc. of Cambridge und Report of the British association 1846.

Molekularbewegungen in rigiden Hüttenproducten.

Bei seinen Untersuchungen über die durch Molekularbewegungen in starren leblosen Körpern bewirkten Formveränderungen hat Hausmann[7]) auch Hüttenproducte berücksichtigt und gezeigt, dass Formveränderungen in denselben vor sich gehen können

1) ohne chemische Veränderung, und zwar

a) ohne Temperaturveränderung (Umwandlung der amorphen arsenigen Säure in krystallinische);

b) durch Temperaturwechsel (Umänderung des Stabeisens, Roheisens und Stahls);

2) bei chemischen Umänderungen

a) in Folge einer Aufnahme von Bestandtheilen (Bil-

---

1) Jahrb. d. Ver. f. Naturkde. in Nassau 1851. S. 131.
2) Erdm., J. f. ökon. Chem. X, 146; XV, 149.
3) Karst., Arch. 1. R. XIV. 176.
4) B. u. h. Ztg. 1854. S. 97; 1859. S. 37, 45, 245. Halle'sche Ztschr. f. d. gesammten Naturwiss. 1858. XI, 261.
5) Winkler, Erfahrungssätze über die Bildung der Schlacken. Freiberg 1827.
6) Leonhard, Hüttenerz. S. 11, 18, 19. — Gurlt, pyrogenet. Miner. S. 2. — Daubrée, über den Metamorphismus der Gesteine, 8. Kapitel (B. u. h. Ztg. 1861. S. 206).
7) Hausmann, über die durch Molekularbewegungen in starren leblosen Körpern bewirkten Formveränderungen. Göttingen 1856. — Im Auszuge in: Nachrichten von der G. A. Universität etc. zu Göttingen. 1855. No. 11 u. 17.

ng von Magneteisen aus Roheisen und Stabeisen durch uerstoffaufnahme bei erhöhter Temperatur, Uebergang von hwefelblei in schwefelsaures Bleioxyd),

b) in Folge einer Ausscheidung von Bestandtheilen (Umndlung des weissen, blättrigen Roheisens durch Bra- in graues körniges Roheisen),

c) in Folge eines Austausches von Bestandtheilen (Conntration des Schwefelkupfers in Kupfererzen oder Kupferinen durch Kernröstung).

Anlaufen de Hüttenproducte.

Auch über die Erscheinungen des Anlaufens der üttenproducte sind von HAUSMANN[1]) wichtige Beobachngen gemacht worden.

Nutzen von Hüttenproducten-Sammlungen.

Zu den Mitteln, welche für die Vervollkommnung der eoretischen Metallurgie und zur Begründung einer wissenhaftlichen Lehre von diesem Zweige viel beitragen, gehört r allen Dingen das Sammeln von zahlreichen Reihen der i jedem als vortheilhaft anerkannten Hüttenprozesse angendten Materialien und der davon erfolgenden Producte.[2]) ne der vollkommensten und instructivsten Sammlungen r Art ist von LE PLAY in der Pariser Bergwerksschule fgestellt.[3])

Die chemischen Untersuchungen von Hüttenproducten d meist nur dann von wirklichem Werthe, wenn sie sich i der grossen Verschiedenheit derselben auf grössere Rein erstrecken; die Untersuchung einzelner Proben führt eist zu falschen Schlüssen.

Specielle Anleitung zum Analysiren von Hüttenproducten ben besonders die S. 5 aufgeführten Schriften von RAMELSBERG, WÖHLER und RICHTER.

Erstes Kapitel.

Von den Educten.

Begriff.

§. 110. Allgemeines. Man versteht unter Educten e durch den Hüttenprozess ausgebrachten einfachen Stoffe

1) Stud. d. Götting. Ver. V, 320.
2) Jahrb. f. d. sächs. Berg- u. Hüttenm. 1829. S. 180.
3) Bgwfd. XVII, 44.

(Metalle und Nichtmetalle), welche in den zu verarbeitenden Erzen präexistiren und deren Darstellung für industrielle Zwecke der vorgenommene Hüttenprozess zur Absicht hat. Den relativen Grad ihrer Reinheit bezeichnet man mit fein (bei edlen Metallen) oder mit gaar, halbgaar und roh (bei den unedlen Metallen). Auch drückt man mit raffinirt gewöhnlich einen hohen Grad von Reinheit aus.

Krystallisation.

Im Ganzen erzeugen sich bei der Ausscheidung der Metalle nur selten vollständig ausgebildete Krystalle, die Mannichfaltigkeit ihrer Formen ist beschränkt und häufiger kommen sie in krystallinischen Gebilden, als in Krystallen vor, welche dann nie eine bedeutende Grösse erreichen. Nur wenige Metalle haben ein ausgezeichnet blättriges Gefüge.

§. 111. Metalle und Metalloide. Dieselben erfolgen bei Hüttenprozessen von nachstehender Beschaffenheit:

Antimon.

1) Antimon[1]), weniger auf Hüttenwerken, als in Fabriken aus Schwefelantimon dargestellt, krystallisirt rhomboedrisch und kommt im käuflichen Zustande mit As, Fe, Pb, Cu und S verunreinigt in Gestalt von flachen, halbrunden Kuchen vor, deren Oberfläche einen Stern zeigt. Dieser entsteht nach RAMMELSBERG[2]) dadurch, dass viele in der Grösse stetig abnehmende Rhomboëder sich parallel mit ihren Endecken an einander reihen und von einem Mittelpunct aus dreistrahlige Gruppen bilden. Eine auf Kohle mittelst des Löthrohrs zum Fluss und zur Rothgluth gebrachte Probe dampft stark und bleibt, nach unterbrochenem Erhitzen, längere Zeit flüssig, indem die hierzu erforderliche Wärme bei der Oxydation des Metalles frei wird.

Arsen.

2) Arsen[3]) erzeugt sich in zwei allotropischen Zuständen. Wenn dasselbe in Gasform mit andern erhitzten Gasen sich auf die Theile des Sublimationsapparates absetzt, welche nicht sehr stark erhitzt wurden, so ist es dunkelgrau, krystallinisch und zerfällt an der Luft durch rasche Oxyda-

1) SCHWEIGG., Journ. Bd. 59. S. 211. GURLT, künstl. Mineralien, 1857. S. 16.

2) RAMMELSBERG, krystallogr. Chemie. S. 18.

3) RAMMELSB., kryst. Chem. S. 19. GURLT c. l. S. 16.

tion zu einem schwarzen Suboxyde. Wenn man dagegen Arsenik stark erhitzt, so dass sich dasselbe in einer Vorlage — welche nahe dieselbe Temperatur hat, bei welcher das Arsenik Gasform annimmt — aus einer Atmosphäre von Arsenikgas absetzt, so ist dasselbe fast weiss, stark metallisch glänzend, hat ein grösseres specif. Gewicht, als das vorhergehende, und ist, selbst noch über 100° C., an der Luft unveränderlich. Letztere Modification ist unter dem Namen Fliegenstein, Scherbenkobalt, Handelswaare; erstere wird auf den Hüttenwerken meist wieder consumirt (z. B. zur Darstellung von Realgar). Der Fliegenstein enthält zuweilen 8—10% Schwefelarsenik beigemengt.

	As	$\dot{\mathrm{A}}\mathrm{s}$	$\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}$
1.	95,03	2,15	1,90.

1) Fliegenstein vom Arsenikwerke Beyerfeld in Sachsen, nach Lampadius.

Man hat das Arsen in einer Nickelfabrik[1]) und auch zu Reichenstein in Schlesien beim Raffiniren des Giftmehles in Rhomboëdern krystallisirt gefunden.

Blei. 3) Blei, kommt als raffinirtes Bl., pattinsonirtes Bl., Krystallisationsblei, Frischblei, Steinblei, Krätzblei etc. mit mehr oder weniger grossen Mengen von Cu, Sb, As, Zn, Fe und Ag in den Handel. Die raffinirten und pattinsonirten Bleie pflegen die reinsten zu sein, die Krätz- und Steinbleie die unreineren Sorten. Nach Reich[2]) und Streng[3]) nimmt Blei höchstens 1,5% Zink und 0,07% Eisen auf, dagegen um so mehr Kupfer, je höher die Temperatur ist. Da mit der Verunreinigung des Bleies dessen specifisches Gewicht abnimmt, so hat man in neuerer Zeit wohl den Handelswerth desselben nach seinem specifischen Gewichte normirt. Berzelius gibt das specif. Gewicht des Bleies zu 11,445, Karsten zu 11,389 und bei Freiberger Bleien Reich[4]) zu höchstens 11,370 (auf 0° des Bleies, 4° C. des Wassers und den luftleeren Raum reducirt) an, während

1) Leonhard, Hüttenerzeugnisse S. 341.
2) Beiträge zur Geschichte des Bleies, im Freib. Jahrb. 1860. S. 179.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 125.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 125; 1861. S. 30.

STRENG [1]) bei Harzer Bleisorten specifische Gewichte von 11,39, ja sogar von 11,41 fand. Tarnowitzer Blei [2]) mit 99,75% Blei ergab ein specifisches Gewicht von 11,34—11,37, im Mittel meist 11,35.

Nach STRENG [3]) übt das Verfahren bei Bestimmung des specif. Gewichtes, namentlich ob das Blei an einem Platindraht oder einem Haar aufgehängt wird, einen Einfluss auf die erfolgenden Resultate aus. Derselbe erhielt für raffin. (pattinsonirtes) Altenauer Harzblei mit Platindraht 11,378, mit Haar 11,394; für raffin. Blei der kiesigen Schliegarbeit resp. 11,372 und 11,390; für Clausthaler Steinblei vom ersten Durchstechen resp. 11,372 und 11,388 und für solches vom zweiten Durchstechen resp. 11,361 und 11,377. Freiberger raffinirtes Blei gab nach STRENG resp. 11,377 und 11,391, nach REICH 11,3677 sp. G. Es bestätigt sich im Allgemeinen, dass das specifische Gewicht einer Bleisorte um so geringer ist, je grösser die Verunreinigung; es kommen jedoch auch Ausnahmen vor, dass — wohl in Folge krystallinischer Beschaffenheit — pattinsonsches Blei zuweilen ein nur wenig grösseres specifisches Gewicht hat, als z. B. kupfer- und antimonhaltiges Steinblei. Durch Pressen, Hämmern und Walzen nimmt die Dichtigkeit des Bleies ab, weil dasselbe dabei wahrscheinlich kleine Risse erhält. Gewöhnlich wird bei Bleilieferungen ein specifisches Gewicht von mindestens 11,2 verlangt.

An der Oberfläche oder in Höhlungen von Barren und Platten kommen zuweilen, namentlich beim Krätzblei, octaedrische Krystalle [4]) vor, welche gewöhnlich nicht rein ausgebildet sind, sondern mit rauhen, concaven Flächen und mehr oder weniger mit einer Anlage zur gestrickten Bildung sich zeigen. Die Würfelform ist weit seltener, als die Octaëderform. Auf dem Bruche gewahrt man nicht selten fadige oder stängliche Absonderungen von durch und

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 125, 365. KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 475.
2) Schlesische Wochenschrift 1860. S. 402.
3) B. u. h. Ztg. 1861. No. 24.
4) LIEBIG's Jahresber. III, 26. LEONH., Hüttenerzeugnisse S. 343. B. u. h. Ztg. 1858. S. 123. GURLT c. l. S. 11. HAUSMANN, Beitr. S. 4.

durch krystallinischem Gefüge. Beim Pattinsoniren des Bleies bilden sich buschförmige Gruppen. Auch findet sich das Blei tropfsteinartig, in kleinen Kugeln zuweilen in Eisenhohöfen unter dem Sohlstein (LEONH. c. l. S. 344).

Der krystallinische Zustand des pattinsonschen Bleies kann bei dessen mechanischer Verarbeitung, z. B. beim Verwalzen ungünstig einwirken. [1])

Bei langem Liegen an der Luft geht Blei in kohlensaures Bleioxyd über. [2])

A. Analysen [1]) von pattinsonirtem Blei.

a) Bestes Krystallisationsblei.

	Pb	Sb	Cu	Zn	Fe	Ag	As	Spec. Gew.
1	99,955	0,016	0,017	0,009	0,003	—	—	—
2	99,897	0,040	0,020	0,008	0,035	—	—	11,395
3	99,935	0,017	0,026	0,009	0,013	—	—	11,395
4	99,937	0,016	0,026	0,009	0,012	—	—	—
5	—	0,033	0,012	Spr.	0,004	—	—	—
6	—	0,025	0,017	Spr.	0,004	—	—	—
7	—	0,01	0,095	—	0,06	—	0,01	11,373
8	—	0,04	0,14	—	0,02	—	0,01	11,365
9	—	—	0,07	—	0,06	—	—	11,381
10	—	—	0,0054	—	0,0112	0,0014	—	—
11	99,907	0,053	0,026	0,001	0,003	—	—	—
12	99,952	0,007	0,026	0,009	0,006	—	—	—
13	99,935	0,007	0,051	0,001	0,006	—	—	—

1—6) Altenauer Blei (raffinirtes Harzblei), und zwar 1 und 2) nach STRENG, 3) nach EICH, 4) nach STRENG, 5 und 6) nach WEYAND, letzteres aus einer Periode stammend, in welcher Werkblei vom zweiten Steindurchstechen mit verarbeitet wurde. (KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 445.)

7—9) Freiberger Bleie nach REICH, 7) Pattins. Weichblei vom Raffiniren des Schlackenbleies (S. 696, No. 4), 8) Pattins. Weichblei aus Frischblei, 9) Pattinsonirtes Probirblei, silberfrei. (B. u. h. Ztg. 1860. S. 126.)

1) KERL, Oberharz. Hüttenproz. 1860. S. 446.
2) HAUSMANN, Molekularbewegungen S. 75.
3) Analysirmethoden für Blei: B. u. h. Ztg. 1859. S. 60.

10) Raffin. Blei von Sheffield nach BAKER, entstanden aus Blei, welches enthielt: 0,0046% Ag, 0,0066% Cu und 0,0065% Fe. (B. u. h. Ztg. 1857. S. 26.)

11) Eschweiler dopp. raffin. Blei nach STRENG.

12 und 13) Stolberger dopp. raff. Blei nach STRENG.

b) Blei aus Zwischenproducten vom Pattinsoniren.

	Pb	Sb	Cu	Zn	Fe	Spec. Gew.
1	98,75	0,70	—	0,13	—	
2	98,74	0,20	0,02	0,31	—	
3	99,711	0,236	0,041	0,004	0,008	11,314
4	99,607	0,371	0,016	0,001	0,006	
5	99,56	—	—	0,16	0,04	11,368

1—5) Producte von Altenauer Hütte. 1) Frischblei aus dem armen Bleidreck des 11., 12. und 13. Krystallisirkessels nach STRENG.

2) Kesselblei aus Saigerwerken von silberhaltigen Bleikrätzen nach Demselben.

3) und 4) Krätzblei nach STRENG und ULFFERS.

5) Frischblei aus Glätte vom Vertreiben der Reichwerke. (KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 447.)

B. Blei vom Raffiniren im Flammofen.

	Pb	Cu	Fe	Ni	Sb	As	S.	Spec. Gew.
1	92,41	0,18	0,04	Spr.	5,54	1,64	0,13	10,787
2	nicht best.		0,016	0,08	nicht bestimmt			10,987
3	97,56	0,44	0,03	0,03	0,74	0,56	—	11,162
4	98,68	0,54	0,03	0,04	0,06	0,05	—	11,340

1—4) Freiberger Schlackenblei nach REICH. 1) Rohes Schl. 2) Dass. nach 6stünd. Raffin. 3) Dass. nach 14stünd. Raff. 4) Dass. nach 19stünd. Raffiniren, Weichblei (B. u. h. Ztg. 1860. S. 126).

C. Blei von der Flammofen-Erzarbeit.

	Pb	Sb	Cu	Zn	Fe
1	99,9660	0,0260	Spr.	0,0039	0,0041
2	99,9800	0,0150	Spr.	0,0008	0,0042

1) Villacher Blei nach STRENG.

2) Bestes selected englisch. Blei nach Demselben.

D. Blei vom Frischen der Glätte.

	Cu	Sb	Fe	Zn	Ni.
bis	0,36 bis	0,05 bis	—	—	—
	0,72	0,10			
	0,02	Spr.	—	—	—
r	0,122	0,225	0,005	0,001	—
?	0,055	0,168	0,003	0,012	—
r	0,288	0,346	0,038	0,001	—
bis	0,06 bis	1,00 bis	0,36 bis	—	—
	0,14	1,34	0,88	—	—
5	0,475	0,015	0,021	0,015	—
	0,14	1,00	0,42		—
	3,621	0,274	0,008	0,003	0,148
	1,242	0,158	0,008	Spr.	0,082
	0,09	1,34	0,58		—
bis	0,13 bis	0,03 bis	—	—	—
	1,44	0,16			
)	0,070	0,240	0,005	0,015	—
	0,032	0,088	0,004	0,003	—
?	0,125	0,150	Spr.	0,125	—
5	0,250	—	Spr.	0,391	—
	0,07	Spr.	0,20		·
	0,06	1,10	0,36		—
1	0,1042	0,0384	0,0043	—	—
bis	0,24 bis	0,05 bis	—	—	—
	0,44	0,03			
bis	0,51 bis	0,04 bis	—	—	—
	2,07	0,20			
	0,64	0,30	0,70	—	1,26
0	0,0410	0,0610	0,0020	0,0040	—

.0) Frischblei von Clausthaler Hütte.

ch älteren Analysen von JORDAN. 2, 3 und 4) Schlieg-
ı STRENG. 5) desgl. vom Verschmelzen kiesiger
ı F. OSANN. 6) Rastofenblei nach BRÜEL. 7) Stein-
1. Durchstechen nach K. MÜLLER. 8) Steinblei
Durchstechen nach STRENG. 9) Desgleichen vom
techen, Oberprobe, nach Demselben. 10) desgl.
e von Demselben.

11—12) Frischblei von Altenauer Hütte.

11) Steinblei nach STRENG. 12) Frischblei nach älteren Analysen von JORDAN.

13—20) Frischblei von Lautenthaler Hütte.

13) Schliegblei nach STRENG. 14) desgl. nach Dr. SCHMIDT. 15) desgl. nach v. GRABA. 16) desgl. von der kupferkiesigen Schliegarbeit, nach Demselben. 17) Schliegblei, nach dem Erhöhen des Glättfrischofens erhalten, nach STRENG. 18) Steinblei nach STRENG. 19) Schliegblei nach FIRNHABER. 20) ältere Analysen von JORDAN.

21) Frischblei von Andreasberger Hütte, nach älteren Analysen von JORDAN.

22) Blei von der Hütte der Wildberger Gesellschaft (Berggeist 1859. S. 616).

23) Blei von PIRATH und JUNG nach STRENG.

E. Krätzblei vom Bleidreckfrischen.

	Pb	Cu	Sb	Fe	Zn	Spec. Gew.
1	98,24	0,22	1,54	—	—	
2	98,30	0,16	1,20	—	0,10	11,383
3	98,37	0,25	1,38	—	—	
4	99,60	0,016	0,370	0,006	0,001	11,350
5	97,98	0,17	1,00	—	0,23	11,354
6	98,21	0,19	1,44	0,03	Spur	

1) Krätzblei von Clausthaler Hütte nach JORDAN. 2) desgl. nach STRENG. 3) desgl. von Altenauer Hütte nach JORDAN. 4) desgl. nach ULFFERS. 5 und 6) desgl. von Lautenthaler Hütte nach STRENG und BRUNS.

Ein Schlackenblei von Altenauer Hütte enthielt nach KERL: 98,498 Pb, 0,313 Cu, 1,192 Sb und 0,970 Fe. Die Analyse von einem Freiberger Schlackenblei ist S. 696 unter B. No. 1 mitgetheilt.

Cadmium.

4) Cadmium kommt gewöhnlich in 4—6 Loth schweren Stäben in den Handel. Krystallisirt tesseral, und zwar beim Erstarren aus geschmolzenen Massen in Combinationen des Octaëders und Würfels.[1]) Dasselbe wird neuerdings

1) RAMMELSBERG, kryst. Chem. S. 14.

zu leichtflüssigen Legirungen mit Pb, Sn und Bi verwandt (WOOD's Metalllegirung).[1]) Eine Legirung von 8 Pb, 15 Bi, 4 Sn und 3 Cd schmilzt bei 70° C., während das ROSE'sche Metall 94—95° erfordert.

Eisen.

5) Eisen, und zwar Stab-, Schmiede-, Frisch- oder geschmeidiges Eisen, Puddeleisen, Eisen mit geringen Mengen C, zuweilen P, S, Si etc.; je nach dem Kohlenstoffgehalte von sehniger und körniger Textur. Sehniges, fadiges Eisen ist ein Aggregat von Fasern, welche nach FUCHS[2]) durch Aneinanderreihung von höchst kleinen Krystallen (Würfeln) gebildet sind, wie beim fasrigen Steinsalze. Durch starke Erschütterungen, Stösse etc. wird der Zusammenhang zwischen den feinsten Theilchen aufgehoben und die fasrige Textur geht in eine krystallinische über.[3]) Zuweilen entstehen auf diese Weise deutliche Krystalle, z. B. bei länger gebrauchten Schmiedehämmern.[4]) Das körnige Eisen ist weniger geneigt, unter den angeführten Umständen eine krystallinische Textur anzunehmen. Die Structurveränderung des sehnigen Eisens ist nicht, wie ARMSTRONG[5]) meint, ein Act der Krystallisation, welche sich durch Zusatz von Nickel zum Eisen aufheben lasse —, sondern eine Wirkung der Elasticität des Eisens, indem die durch Walzen oder Hämmern nach einer Richtung gewaltsam verzerrten Eisenkrystalle vermöge der ihnen innewohnenden Elasticität das Bestreben haben, sich in ihre ursprüngliche Form zurückzuziehen. Dies geschieht durch jede Auflockerung der Eisenmasse, sei es durch anhaltende Erschütterungen, anhaltende Erwärmung und einen anhaltenden galvanischen Strom, wie auch GURLT[6]) neuerdings wieder nachgewiesen hat.

Nach RUHMKORFF wird magnetisch inducirtes weiches Eisen viel schwieriger von der Feile angegriffen, also här-

1) DINGL. Bd. 158. S. 271.
2) DINGL. Bd. CXXIV, 348.
3) Bgwfd. V, 506. B. u. h. Ztg. 1842. S. 941; 1843, S. 874, 905; 1845, S. 1097; 1849, S. 86. DINGLER, CX, 155; CXXI, 120; CXXI, 10. LIEBIG's Jahresber. II, 281; IV, 76; VI, 910; VIII, 9.
4) LEONH., Hüttenerz. S. 243.
5) Polyt. Centr. 1860. S. 1648. – GURLT im Berggeist 1861. S. 202.
6) Berggeist 1860. No. 19, 21, 22; 1861. No. 24.

ter, als wenn es mit keinem Magneten in Berührung steh was auf eine Veränderung seines Molekularzustandes durc die Electricität deutet. Stabeisen im weichen, schweissbare Zustande ist amorph, zuweilen kommt dasselbe aber auc in Würfeln oder in Combinationen des Octaëders, Würfel und Granatoëders vor, z. B. bei Frisch- und Puddelprozessen, wenn Roheisen längere Zeit im Schlackenbade eines Puddelofens gelegen hat [1]) etc.

Das durch anhaltende trockne Schweisshitzen entstandene sogenannte verbrannte oder überhitzte Stabeisen hat seine zackig sehnige Bruchfläche verloren und statt dessen eine krystallinisch-körnige Textur angenommen, wobei gleichzeitig das Eisen mürbe, brüchig und rissig geworden ist. Dies ist nicht etwa allein Folge eines Verlustes an Kohlenstoff, sondern auch der Vergrösserung des Volumens und der krystallinischen Beschaffenheit. Solches verbranntes Eisen bildet sich z. B., wenn Stabeisen im Gemäuer von Schmelzöfen, als Anker, längere Zeit einer hohen Temperatur ausgesetzt ist, in Schweissfeuern, an Roststäben, an Tümpeleisen [2]) etc.

Riley [3]) hat Versuche zur Bestimmung der Eigenschaften des geschmolzenen Stabeisens angestellt. Dasselbe zeigte sich nach dem Erkalten sehr brüchig.

Ein Schwefel-, Kupfer- und Mangangehalt machen das Stabeisen rothbrüchig, Phosphor, Antimon, Arsen und kaltes Hämmern kaltbrüchig, Silicium faulbrüchig, Erdmetalle hadrig, ungleichmässiges Frischen rohbrüchig und besondere, noch nicht näher gekannte Umstände schwarzbrüchig. Harte und weiche Sorten unterscheiden sich durch ihren Kohlengehalt.

Nach Clement und Desormes schmilzt Stabeisen bei 2118° C., nach Elsner [4]) vollständig im Gutfeuer eines Porzellanofens.

1) Leonh., Hüttenerz. S. 243. B. u. h. Ztg. 1853. S. 240. Berggeist 1861. S. 203.
2) Hausmann, Molekularbewegungen S. 36. — Gurlt, pyrog. Miner. S. 12. Berggeist. 1860. No. 19. B. u. h. Ztg. 1860. S. 502.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 104.
4) Polyt. Centr. 1859. S. 317.

Analysen von Stabeisen.

C	C	Si	S	P	Mn	Cu	Al	Ni	Co
geb.	ungeb.								
0,380	0,020	0,014	—	—	0,303	0,320	—	—	—
0,354	Spr.	0,024	—	—	0,240	0,446	—	—	—
0,238	0,080	0,024	—	—	0,384	0,240	—	—	—
0,237	0,260	Spr.	—	—	0,294	0,112	—	—	—
0,104	·0,220	0,067	—	—	0,317	0,048	—	—	—
0,660	Spr.	Spr.	—	—	0,288	0,048	—	—	—
	0,398	0,015	—	—	—	—	0,003	—	—
	0,26	0,08	—	—	0,05	—	—	—	—
	0,293	Spr.	—	0,077	—	—	—	—	—
	0,24	0,025	—	Spr.	Spr.	—	—	—	—
	0,3874	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,09	—	—	1,868	—	—	—	—
—	—	0,085	—	0,417	Spr.	—	—	—	—
	0,159	Spr.	—	0,412	—	—	—	—	—
	0,193	0,412	—	0,21	Spr.	—	—	—	—
	0,162	Spr.	—	0,177	Spr.	—	—	—	—
	0,144	0,07	—	0,51	Spr.	—	—	—	—
	0,073	—	0,006	—	—	—	—	—	—
	0,092	0,0258	0,00675	—	—	—	—	—	—
	0,0876	0,0769	0,00715	—	—	—	—	—	—
	0,0265	Spr.	0,00244	—	—	—	—	—	—
	0,0223	0,0178	0,0006	—	—	—	—	—	—
	0,01—0,1569	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—
	0,0169	0,1298	Spr.	—	—	—	—	—	—
	0,245	0,232	0,016	0,011	—	—	—	—	—
	0,275	0,288	Spr.	0,337	—	0,041	—	—	—
0,434	0,446	0,409	—	—	—	—	—	—	—
	0,19	—	—	—	—	—	—	1,53	0,63
	0,066	Spr.	Spr.	Spr.	0,231	Fe=99,685		—	—
	1,27	0,12	0,17	—	—	—	—	—	—
	0,518	0,593	0,037	—	—	—	—	—	—
	0,845	—	0,41	—	—	—	—	—	—
	0,354	—	Spr.	—	—	—	—	—	—
	0,327	—	0,0125	—	—	—	—	—	—
	0,316	—	0,013	0,115	0,198	—	—	—	—
	0,2319	—	0,0037	0,1205	0,115	—	—	—	—
0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,31	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,25	0,80	0,20	—	—	—	—	—	—	—

1) Stabeisen von Mägdesprung, nach Bromeis.* 2) gl., weicheres, dichtes. 3) Desgl., dichtes. 4) Desgl., teres. 5) Desgl., sehr gutes weiches und dichtes. 6) Desgl.,

härteres und dichtes. 7) Eisen von Uslar, nach LAMPADIUS. 8) Bestes Danemoraeisen, nach THOMPSON. 9) Schwed. Eisen, nach GAY LUSSAC und WILSON. 10) Desgl. 11) Desgl., sehr hart, beste Sorte, nach KARSTEN. 12) Puddeleisen von Low Moor. 13) Gewöhnliches Stabeisen von Wales. 14) Stabeisen von Creusot. 15) St. aus der Champagne. 16) St. aus Berry. 17) Kaltbrüch. St. aus dem Moseldep. 18) Gewöhnl. Siegensches St. nach KARSTEN. 19) St. von Rybnik nach KARSTEN. 20) desgl. 21 und 22) St. von Kreuzburger Hütte in Oberschlesien nach Dems. 23) u. 24) St. von Malapane nach Dems. 25) St. von Lancashire, rothbrüchig, nach MILLER. 26) Desgl. kaltbrüchig. 27) Adoucirtes Roheisen ebend. 28) St. von Königsbrunn nach RUBACH, kalt- und warmbrüchig, völlig frei von Cu, As, P, S und Si. 29) St. aus Eisenerzer grossluckigem Roheisen am Schwallboden gefrischt, nach WIDTERMANN. 30) St. von Königshütte am Harz nach BRUNS. 31) Desgl. nach KUHLEMANN, unter den Walzen sich abblätternd. 32—34) St. von Heinrichshütte bei Lobenstein nach EBERMAYER, resp. aus weissem, grauem und weiss und grau gemengtem Roheisen dargestellt. 35) Stabeisen vom Gaspuddeln zu Mandelholz am Harze (Charge 3 Thle. weisses und 1 Thl. graues Rothehütter Roheisen) nach WERLISCH. 36) Stabeisen von Sollingerhütte, aus Gittelder Roheisen dargestellt, nach H. HAHN. 37—39) Weiches, hartes und Hammereisen von Reichraming nach v. FERSTL.

CALVERT und JOHNSON[1]) haben durch nachstehende Analysen nachgewiesen, welche Veränderungen das Roheisen beim Uebergang in Stabeisen allmälig erleidet:

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 5, 42.

[Num]mer der [Pro]be.	Zeitpunct, in welchem die Probe genommen.	Fe	C.	Si	S	P	Ansehn und Eigenschaften der Probe.	Bemerkungen.
1.	Rohmaterial	94,052	2,275	2,72	0,311	0,645	Graues Roheisen.	
2.	40 Min. nach Beginn		2,726	0,915			weiss.	sehr spröde.
3.	60 „ „		2,905	0,197			weiss und geschmeidiger.	Maximum des Kohlenstoffgehaltes.
4.	65 „ „		2,444	0,194			aus einzelnen Körnern bestehend.	Beginn des Kochens.
5.	80 „ „		2,303	0,182			ähnlich so.	
6.	95 „ „		1,647	0,185			hämmerbare Körner.	Beendigung des Kochens.
7.	105 „ „		0,693	0,163			Puddeleisen.	
8.	110 „ „		0,772	0,168			Desgl.	Beendigung d. Charge.
9.	Luppenstücke	99,338	0,269	0,120	0,134	0,139		
10.	Walzeisen daraus	99,49	0,111	0,088	0,094	0,117		

LIST[1]) untersuchte zum Puddeln verwandtes Siegener halbirtes Roheisen (1), das dabei nach einer halben Stunde völlig unter der Schlacke niedergeschmolzene Eisen (2) und die abgezapfte Eisenmasse (3):

	Si	S	Mn	Cu.
1.	1,32	0,28	3,56	0,35
2.	0,29	—	—	0,38
3.	—	0,20	0,48	0,57

Gold.

6) Gold, als Wasch-, Berg- oder Mühlgold, mit mehr oder weniger Ag (1—40%) und geringen Mengen Fe, Cu, Pb etc. Nach BOUSSINGAULT[2]) enthält südamerikanisches Gold 11—35% Ag; nach ROSE[3]) Gold aus Sibirien und Siebenbürgen 4—38% Ag und 0,1—0,4% Cu und Fe; nach HENRY, TESCHEMACHER, OSWALD, HOFFMANN und RIVOT californisches Gold[4]) 6—10% Ag; nach THOMAS[5]) und mir[6]) südaustralisches Gold 3,5—6,9% Ag.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.
2) Ann. de Chym. et de Phys. XXXIV, 408. LAMP., Fortsch. 1839. S. 99.
3) POGG., XXIII, 161, 196. B. u. h. Ztg. 1860. S. 498.
4) LIEBIG, Jahresber. 1849. S. 716.
5) LIEBIG, Jahresber. 1851. S. 754.
6) B. u. h. Ztg. 1853. S. 38.

Das beim Abtreiben von güldischem Werkblei erhaltene Brandgold enthält gewöhnlich geringe Mengen Pb, Cu etc., das auf nassem Wege dargestellte Scheidegold besitzt zuweilen, obgleich es nach der Probe fein ist, noch nicht die gehörige Weichheit und Dehnbarkeit, welche es erst durch Umschmelzen mit Salpeter und Borax erlangt. Nach PETTENKOFER[3]) ertheilt ihm diese Eigenschaften die Beimengung von einigen Tausendstel Platin; auch erniedrigt ein Gehalt an Osmiridium[4]) den Werth des Goldes und macht es hart und oberflächlich matt, sowie ein Gehalt an Iridium, welches sich mit dem Golde nicht legirt, sondern sich darin in Gestalt kleiner Körner befindet und bei Verarbeitung desselben Fehlstellen veranlasst.

Das beim Schmelzen goldhaltigen Platins nach DEVILLE's Methode[5]) verflüchtigte Gold kann unter geeigneten Verhältnissen Krystalle bilden.

Kupfer.

7) Kupfer, als raffinirtes, hammergaares und rohgaares Kupfer (Rosettenkupfer), Verblasenkupfer, Cementkupfer, Krätzkupfer und Glimmerkupfer, Kupfer mit geringen Mengen von Pb, Fe, Ag, Ni, Co, Zn, Mn, Sb, As, S.

a) Raffinirtes und hammergaares Kupfer.

Selten krystallisirt und von folgender Zusammensetzung:

No.	Cu	Pb	Fe	Ni	Ag	Sn	Ca	Mg	K	S	C
1.	99,61	Spr.	0,02	—	Spr.	0,27	—	—	—	—	—
2.	99,31	0,21	0,02	0,28	0,10	—	0,03	0,01	0,04	—	—
3.	99,944	—	Spr.	—	0,056	—	—	—	—	—	—
4.	99,799	0,038	0,107	—	0,056	—	—	—	—	—	—
5.	99,916	0,069	0,015	—	Spr.	—	—	—	—	—	—
6.	98,5—98,97	—	0,01—1,2	—	—	—	—	—	—	0,01—0,0[illegible]	
7.	98,92	0,63	—	—	0,032	—	—	—	—	—	—
8.	99,18	0,52	—	—	0,033	—	—	—	—	—	—
9.	99,60—99,70	—	0,10—0,15	—	—	—	—	—	—	—	—
10.	99,85	—	0,10	Sb=0,01	—	—	—	—	—	—	—
11.	99,60—99,70	0,10—0,15	0,10—0,15	Sb=0,04–0,06		—	—	—	—	—	—

1) Bgwfd. XIII, 180.
2) Oesterr. Ztschr. 1857. No. 26. Polyt. Centr. 1857. No. 1159.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 256.

1) Norweg. Blockkupfer nach GENTH. 2) Hammerg. K. von Riechelsdorf, nach demselben. 3), 4) u. 5) desgl. von Dillenburg, obere und mittlere Scheibe und König, nach demselben. 6) Stückkupfer von Bogoslowsk am Ural, nach LALETIN. 7) Hammerg. K. von Freiberger (Grünthaler) Saigerkupfer. 8) Desgl., feinstes Blech. 9) Englisches best select Kupfer. 10) Select Kupfer, wegen des Antimongehalts nicht mehr als beste Sorte zu verkaufen. 11) Englisches bestes Blockkupfer (cube copper).

b) Rohgaares Kupfer (Rosettenkupfer) aus dem grossen und kleinen Gaarherd.

Zuweilen finden sich an den Scheiben octaëdrische Krystalle vollständig ausgebildet, meist aber nur mit concaven und rauhen Flächen, oft mehr oder weniger zum Gestrickten sich hinneigend. [1])

Im Mansfeldschen und zu Riechelsdorf hat man die oberste Kupferscheibe beim Gaarmachen vorzugsweise nickelreich gefunden [2]) und man beobachtete darin, so wie in Rosettenkupfer von der Isabellenhütte bei Dillenburg, rubinrothe octaëdrische Krystalle von reinem Nickeloxyd. [3])

Analysen von rohgaarem oder Rosettenkupfer.

Cu	Pb	Fe	Ni	Ag	Sb	As	K	Ca	Mg	Al	Si	S	O
3,48	Spr.	0,75	0,26	—	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—
9,45	0,14	0,02	Zn 0,02	0,04	0,19	Spr.	—	—	—	—	Spr.	—	—
9,5	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,66	0,75	0,06	—	0,23	—	—	0,116	0,095	0,033	0,021	0,05	—	—
3,17	0,47	0,05	—	0,23	Mn 0,05	—	—	—	—	—	—	0,11	—
9,55	0,19	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
,89	0,06	—	—	Spr.	—	—	0,06	—	—	—	—	—	—
,25	1,09	0,13	0,24	0,14	—	—	—	0,11		0,05	—	—	—
94	—	Spr.	—	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	—	0,30	Ṅi 0,68	—	—	—	—	—	—	—	1,33	0,14	—
9	0,1	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	0,60	—	1,10	Spr.	Ṅi 13,86	—	0,32	0,10	0,12	—	—	Spr.	—

1) LEONH., Hüttenerz. S. 362. GURLT, pyrogen. Min. S. 11. Berggeist 1861. S. 12. HAUSM., Beitr. S. 5. B. u. h. Ztg. 1858. S. 106.
2) Bgwfd. X, 321; XII, 223.
3) Ann. d. Chem. Bd. 53. S. 139. BERZEL., Jahresber. 1847. Hft. 1. RAMMELSBERG's Metallurgie S. 210, 248. GURLT, pyrog. Miner. S. 46.

No.	Cu	Pb	Fe	Ni	Ag	Sb	As	K	Ca	Mg	Al	S	
13.	98,97	0,07	0,23	0,27	0,13	—	—	0,07	0,04	Spr.	—	—	S
14.	83,00	—	0,80	12,10	—	—	—	—	—	—	—	—	–
15.	87,75	—	0,30	7,85	—	—	—	—	—	—	—	—	–
16.	96,54	—	0,78	Ġu 1,41	Vd 0,21	—	—	—	—	—	—	—	–
17.	98,73	0,74	0,07	Spr.	0,06	Co 0,14	—	0,17	0,09	—	—	—	–
18.	97,79	—	0,21	1,35	0,50	—	—	—	—	—	—	—	–
19.	82,21	—	0,18	0,71	0,07	Zn 17,56	—	—	—	—	—	—	–
20.	62,49	—	0,40	0,74	0,07	Zn 35,84	Co 0,74	—	—	—	—	—	–
21.	99,4800	0,3620	—	—	0,1000	—	Au=0,0008		Bi=0,0480		–	–	
22.	—	0,821	0,108	0,809	Ni, Co, Zn u. Mn			—	—	—	—	–	–0,

1) Andreasberger Ros., nach BODEMANN. 2) Unterharzer Ros., nach BIEWEND. 3) Drontheimer Ros. 4) Schwedisch. Ros., nach KOBELL. 5) Schwed. Ros., nach GENTH. 6) Schwed. Ros. von Gustav- und Carlsberg, nach GENTH.) 7) Stadtbergener G. 8) Mansfelder G., nach KOBELL. 9) Dillenburger G., nach SCHNABEL. 10) Desgl., untere Scheibe. 11) Niederbrucker R., nach BODEMANN. 12) Riechelsdorfer G., oberste Scheibe, nach GENTH. 13) Desgl., König. 14) Desgl., von der Friedrichshütte, oberste Scheibe, nach WILLE. 15) Desgl., zweite Scheibe. 16) Ros. von Perm, nach COUBINE. 17) Japan. K., nach GENTH. 18) Chines. K., nach ONNER, erste Sorte. 19) Desgl., zweite Sorte. 20) Desgl., dritte Sorte. 21) Südaustral. Kupfer, nach LEVOL, in Folge des geringen Wismuthgehaltes spröde (DINGL., CXXXI, 268). 22) Gaarkupfer von verblasenem Schwarzkupfer der Altenauer Kupferbleistein- oder Krätzkupferarbeit, mit 5,205 Cu^2O, nach H. HAHN (B. u. h. Ztg. 1861. S. 73).

c) Krätz- und Glimmerkupfer

von der Zugutemachung der Abfälle von den Hauptkupferarbeiten, häufig reich an Nickel, und, ist bei einem Nickelgehalt gleichzeitig Antimon anwesend (manche Saiger- und Verblasenschlackenkupfer), so bildet sich beim Gaarmachen derselben sogenannter Kupferglimmer[1]) in Gestalt von goldgelben bis kupferrothen, stark glänzenden und durchscheinenden sechseckigen Blättchen bis zu 1 Linien Grösse, welche, am Kupfer stark adhärirend, dasselbe durchziehen

1) GURLT, pyrogen. Miner. S. 95. LEONH., Hüttenerzeugn. S. 395.

und seine Festigkeit vermindern. HAUSMANN und BENECKE [1]) haben diesen Körper zuerst beschrieben, welcher sich häufig auf den Oberharzer Hütten bildet, und derselbe ist dann von STROHMEYER und später von PFANNKUCH [2]), BORCHERS [3]) und RAMMELSBERG [4]) analysirt. Diese Analytiker verschafften sich das Material durch Behandeln des mit Kupferglimmer durchzogenen Kupfers (Glimmerkupfers) mit kalter Salpetersäure, wobei der Kupferglimmer ungelöst zurückbleibt, aber auch das im metallischen Kupfer enthaltene Antimon im oxydirten Zustande sich ausscheidet. Während die angeführten Analytiker für den so durch Antimonoxyd verunreinigten Kupferglimmer die Formel $(\dot{C}u, \dot{N}i)^{12}\dddot{S}b$ fanden, SANDBERGER [5]) aber von Kupferglimmer aus Dillenburger und Weyerer Kupfer die Zusammensetzung zu $\dot{C}u^{3}\dddot{S}b$ angibt, so fanden bei neueren Untersuchungen RAMDOHR [6]) und HAHN [7]) dessen Zusammensetzung zu $(\dot{C}u, \dot{N}i)^{18}\dddot{S}b$, nachdem der aus dem Glimmerkupfer durch Salpetersäure abgeschiedene, von Antimonoxyd verunreinigte Kupferglimmer durch Digestion mit Salz- und Weinsteinsäure von ersterem befreit worden. Der Kupferglimmer ist in concentrirter Salzsäure nur bei anhaltendem Kochen löslich. Behuf der Analyse wird derselbe entweder durch Wasserstoff reducirt und dann in Königswasser gelöst oder nach RAMDOHR durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Kali aufgeschlossen.

Analysen von Krätz- und Glimmerkupfer.

	Cu	Ni	Fe	Pb	Zn	Sb	S	Kupferglimmer.
1.	76,8	13,6	4,0	—	—	—	5,1	—
2.	83,25	12,82	3,40	—	—	—	1,19	—
3.	96,98	2,99	0,20	—	—	—	0,10	—
4.	94,5	0,6	0,4	1,6	0,8	1,9	—	—
5.	—	0,572	—	1,112	—	0,802	—	2,794

1) SCHWEIGG. Journ. XIX, 249. Götting. Gelehrt. Anz. 1817. S. 1007.
2) Stud. d. Götting. Ver. IV, 376.
3) POGG., Ann. Bd. 41. S. 333, 335.
4) POGG., Ann. Bd. 79. S. 465.
5) Jahrb. d. Ver. f. Naturkunde in Nassau 1851. S. 135.
6) LIEBIG's Ann. d. Chem. u. Pharm. 1857. Bd. 103. S. 189.
7) B. u. h. Ztg. 1860. No. 21.

1) Gaarschlackenkupfer von Riechelsdorf nach Wille. 2) Desgl. von Friedrichshütte, oberste Scheibe, nach Dems. 3) Desgl. untere Scheibe. 4) Verblasenschlacken-Glimmerkupfer von Altenauer Hütte nach Rivot (es ist auffallend, dass kein Sauerstoff gefunden worden). 5) Lautenthaler Glimmerkupfer nach Hahn.

Analysen von Kupferglimmer.

	$\dot{Cu}$	$\dot{Ni}$	$\dddot{Sb}$	$\dot{Pb}$
1.	46,32	28,26	24,53	1,69
2.	43,38	29,23	26,57	—
3.	43,72	39,50	17,99	—
4.	67,648	16,101	18,018	—

1) von Lautenthaler H. nach Pfannkuch. 2) von Andreasberger H. nach Rammelsberg. 3) von Altenauer H. nach Ramdohr. 4) von Lautenthaler H. nach Hahn, aus obigem Glimmerkupfer No. 5 isolirt.

d) Cementkupfer.

Dasselbe erscheint in schwammiger, krystallinischer, blättriger, haar- und fadenförmiger, ästiger Gestalt, auch in Blechform [1]), und enthält oft viel basisch schwefelsaures Eisenoxyd ($2\,\dddot{Fe}\,\dddot{S} + 3\,\dot{H}$) eingemengt, nebst aus dem Fällungsroheisen ausgeschiedener Graphitmasse.

Nach Bromeis enthielt ein Cementkupfer von Stadtbergen:

Cu	Ag	Fe	$\dot{Ca}$
99,886	Spr.	0,055	0,059

e) Haarkupfer.

In Höhlungen der Kupfersteine findet sich nicht selten haarförmiges oder gestricktes Kupfer [2]). Dasselbe kann sich im Stechherde bei Berührung des Schwefeleisen enthaltenden Steines mit kupferoxydhaltiger Schlacke erzeugen, und seine Bildung lässt sich nach Le Play [3]) dadurch willkürlich hervorrufen, dass man einen schwefeleisenreichen Stein mit Kupferoxydulsilicat zusammenbringt und, um die

1) Schweigg. Journ. Bd. 44. S. 89. Leonh., Hüttenerz. S. 363.
2) Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturkde. 1851. S. 13. Berggeist 1861. S. 12.
3) Le Play, Beschreib. d. Waleser Kupferhüttenprozesse, deutsch von Hartmann. S. 134.

Abkühlung möglichst zu verlangsamen, Kohlenpulver und Sand daraufstreut.

Plattner[1]) gibt für die Bildung des haarförmigen Kupfers die folgende Erklärung: Es besteht reicher Kupferstein aus $n\,\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$, mittelreicher aus $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$ und armer aus

Kupferstein	$n\,\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$ mit	in unbestimmten Verhältnissen
Rohstein	$\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$	

also aus $n\,(\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\bar{\mathrm{Fe}}})\,\dot{\mathrm{Fe}}$, oder aus

Kupferstein	$\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$ mit	in unbestimmten Verhältnissen
Rohstein	$\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$	

und danach aus $(\dot{\bar{\mathrm{Cu}}},\,\dot{\bar{\mathrm{Fe}}})\,\dot{\mathrm{Fe}}$.

Beim langsamen Erkalten lässt der bläulich schwarze Kupferstein, welcher $n\,\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$ enthält, einen kleinen Theil Kupfer fahren, welchen er beim Schmelzen aufgenommen hat. Die Ursache davon liegt wahrscheinlich darin, dass während des Schmelzens des Kupfersteines das $\dot{\mathrm{Fe}}$ einen Theil seines Schwefelgehaltes an das Kupfer abgibt, dieses in $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$ verwandelt wird und das $\dot{\mathrm{Fe}}$ selbst in $\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$ übergeht, so dass dabei eine Verbindung von $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$ entsteht, die im flüssigen Zustande bei einem gewissen Temperaturgrade, so wie beim schnellen Erkalten sich nicht verändert. Erfolgt jedoch die Abkühlung langsam, so geht in Folge der Verwandtschaft des $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$ zum $\dot{\mathrm{Fe}}$ das $\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$ auf Kosten des $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$ wieder in $\dot{\mathrm{Fe}}$ über und die dabei frei werdenden metallischen Kupfertheile werden, während die ursprüngliche wieder hergestellte Verbindung von $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}\,\dot{\mathrm{Fe}}$ sich nach Aussen zusammenzieht, in die dabei entstehenden Höhlungen gedrängt, wodurch haarförmige Bildungen entstehen.

Metallisches Kupfer von verschiedener Form[2]) kann sich auch beim Rösten kupferreicher Leche durch Einwirkung von Kupferoxyd auf Schwefelkupfer

---

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 303. Plattner, Röstprozesse. S. 210.
2) Gurlt, pyrogen. Min. S. 11.

($2\,\dot{C}u + \dot{\overline{C}}u = 4\,Cu + \dddot{S}$) bilden, sowie auch beim Kernrösten (S. 76). Das auf die eine oder andere Weise entstandene metallische Kupfer ist oft reich an Silber, und seine Bildung kann für den Hüttenprozess unerwünscht sein (AUGUSTIN's und ZIERVOGEL's Silberextraction aus Steinen).

Auch in einer Gaarschlacke von Biber im Hanau'schen fanden sich Kupferkrystalle, desgleichen nach RICHTER [1]) in Schlacken von der Kupfersteinconcentration auf Muldner Hütte bei Zuschlag von Schwerspath und Quarz. In einer schwärzlich braunen Grundmasse lagen, wie beim Aventuringlase, lebhaft glänzende Puncte von krystallisirtem Kupfer.

Haarförmiges Kupfer aus einem Waleser blauen Kupfersteine enthielt nach LE PLAY:

Cu	Fe	Ni	Sand. Kohle
98,2	0,4	0,6	0,2.

f) Sprüh- oder Spritzkupfer.

Beim Gaarmachen des Kupfers in Folge einer Gasentwicklung gewaltsam aus dem Herde emporgeschleuderte Kupferkügelchen, welche in Flugstaubkammern theilweise aufgefangen werden können.

Nickel.

8) Nickel kommt gewöhnlich, was mit seiner Darstellungsweise zusammenhängt, in parallelepipedischen Stücken oder Würfeln in den Handel. Bei grösserer Reinheit sind die Würfelflächen glatt und eben, ihre Farbe speisgelb ins Grauliche; weniger reine Stücke halten die Mitte zwischen Gelblichgrau und Strohgelb und bei kupferhaltigem Nickel sticht die Farbe ins Braunrothe. Werden die Würfel beim längeren Liegen an der Luft grau, so kann dies durch einen an Natrium gebundenen Schwefelgehalt veranlasst werden.

Das Nickel nähert sich in seinen Eigenschaften dem Silber und weicht von denen des Fe, Zn, Cu, Pb und Sn sehr ab. Dasselbe fällt kein Kupfer, wird in der Kälte von Schwefel- und Salzsäure wenig angegriffen, wohl aber von Salpetersäure; lässt sich schmieden, walzen, mit dem Hammer ausstrecken, zu den dünnsten Drähten ziehen und hat eine grössere absolute Festigkeit als das Eisen. [2])

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 152.
2) DINGL. Bd. 155. S. 197. Polyt. Centr. 1858. S. 1302.

Durch Schmelzen im Porzellanofen ist dasselbe tesseral krystallisirt erhalten.[1]) Dasselbe lässt sich auch in DEVILLE's Platinofen schmelzen.[2])

Analysen von Nickel.

No.	Ni	Cu	Fe	Co	As	Sb	S	C	Rückstand.	Si
1.	56,25	27,50	12,55	—	—	—	—	—	3,70	—
2.	54,7	30,10	11,3	—	—	—	—	—	4,0	—
3.	73,3	Spr.	1,6	22,1	—	—	—	—	3,0	—
4.	89,35	7,96	2,69	—	—	—	—	—	—	—
5.	97,29	0,82	0,89	1,25	—	—	—	—	—	—
6.	83,15	2,25	2,90	6,77	4,93	—	—	—	—	—
7.	75,00	1,31	6,58	12,50	3,42	—	—	—	—	—
8.	69,160	0,145	21,150	0,281	8,050		Spr.	Spr.	—	1,260
9.	67,947	0,205	21,278	2,220	7,966		Spr.	Spr.	—	1,330
10.	67,850	1,169	—	—	7,913		Spr.	Spr.	—	1,284
11.	68,219	0,173	21,211	0,250	7,976		0,780			1,291
12.	86,40	Spr.	0,22	12,00	—	—	0,10	—	—	1,40
13.	98,29	0,24	0,81	—	—	—	—	—	0,66	—
14.	96,29	0,41	0,98	—	—	—	—	—	1,40	—
15.	96,17	2,17	0,45	—	—	—	—	—	1,21	—
16.	99,6	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,3 Si
17.	88,65	7,99	1,55	0,45	—	—	—	—	—	0,25 Si
18.	90,01	1,96	0,18	5,60	—	—	0,65	Na 0,93	—	0,67 Sand
19.	83,01	1,25	0,36	11,22	—	—	1,36	„ 1,95	—	0,85 „
20.	93,57	—	1,75	0,97	—	—	2,05	—	—	1,31 „
21.	96,95	—	1,75	0,32	—	—	0,69	—	—	0,47 „
22.	88,03	1,76	1,26	6,15	0,54	—	Mn, Cu u. Verlust		1,27	0,19 „
23.	86,67	1,91	1,92	7,40	0,70	—	„ „	„	0,37	1,03 „

1) und 2) deutsches Nickel nach LAURENT. 3) Engl. N. nach LASSAIGNE. 4) Nickel aus HENSCHEL's Fabrik in Cassel, nach SCHNABEL. 5) Dillenburger N. aus HEUSLER's Fabrik, nach HEUSLER. 6) und 7) N. nach ROLKE u. SOUTZOS. 8—10) Nickel in Würfelform von Thalhof, welches in den Wiener Argentanfabriken am meisten zur Verarbeitung kommt, nach POHL. 11) Durchschnitt aus den vorhergehenden 3 Sorten. 12) Nickel von Joachimsthal nach v. HAUER (B. u. h. Ztg. 1856. S. 123). 13—15) Nickel von der Isabellenhütte bei Dillenburg nach der neuesten Darstellungsmethode von HEUSLER (B. u. h. Ztg. 1860. S. 278).

1) GURLT, pyrog. Miner. S. 13.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 236.

16) Nickel nach DELVILLE's Methode dargestellt (Polyt. Centr. 1858. S. 1302). 17) Nickel von Kitzbüchel in Tyrol nach BRAUNSCHWEIGER (BUCHN. Repert. VIII, 460). 18) und 19) Nickel von Klefva in Schweden nach STAPFF (B. u. h. Ztg. 1859. S. 344). 20) Nassausches Nickel nach FAY (DINGL. Bd. 158. S. 236). 21) Ungarsches Nickel nach Demselben. 22 u. 23) Nickel aus der GERSDORFF'schen Nickelfabrik zu Schladming in Obersteiermark aus den Jahren 1858 und 1859 nach WESELSKY.

'latin. 9) Platin. Dasselbe [illegible] nach der früheren Darstellungsweise in Schwam[illegible] und in geschweisstem Zustande, kann jetzt aber [illegible] chmelzung nach DEVILLE's Methode [1]) erhalten werd[illegible] sselbe krystallisirt in der Nähe seines Schmelzpunct[illegible] Würfeln und Octaëdern [2]) und spratzt im Momente [illegible] arrens, wenn man 500 — 600 Gramm davon im Ka[illegible] schmilzt und plötzlich den Deckel vom Metallbade ab[illegible] Bei langsamem Erkalten spratzt es nicht. Durch das Schmelzen im Kalktiegel wird dasselbe höchst fein, so weich wie das reinste Kupfer und weisser, als das auf anderem Wege dargestellte Platin.

ecksilber. 10) Quecksilber kommt mit mehr oder weniger Pb, Bi, Zn, Sn, Hg etc. verunreinigt in den Handel.

Silber. 11) Silber, als Raffinat- oder Brandsilber, Amalgamationssilber, Scheidesilber, Cementsilber etc., mit Spuren von Pb und zuweilen von Cu, Au, Sb und As. Das reinste Silber wird bei der amerikanischen Amalgamation gewonnen, weniger rein ist das von der europäischen Amalgamation und vom Feinbrennen. Ein Bleigehalt im Silber kann nach ELIOT und STORER [3]), wenn dasselbe durch Zerlegung von Chlorsilber mittelst Zink und Schwefelsäure erfolgte, vom Zink sowohl, als von der Schwefelsäure herrühren, so wie auch vom Bleigefäss, wenn darin die Scheidung vorgenommen wurde. Auf den letzteren beiden Wegen kann auch das Blei in Goldscheidungssilber gelangen.

Beim Schmelzen des Silbers in Tiegeln erzeugen sich zuweilen aus Metalltropfen, welche an den inneren Wänden

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 256. Polyt. Centr. 1857. S. 1447.
2) Bgwfd. XXII. No. 7.
3) B. u. h. Ztg. 1861.

hängen bleiben, Krystalle, oft in Octaëdern.[1]) Auch beim Spratzen[2]) des Silbers ist zuweilen eine schöne Krystallbildung wahrzunehmen. Das Spratzen rührt nach PLATTNER[3]) daher, dass das Silber sich bei erhöhter Temperatur oxydirt, unter der Abkühlung aber das Silberoxyd nicht bestehen kann, sondern Sauerstoff abgibt, welcher rapide entweicht, die Oberfläche durchbricht und auf derselben Blumenkohl ähnliche, ästige Verzweigungen (das Spratzen) hervorbringt. DEVILLE und DEBRAY[4]) bestätigen die Bildung von Silberoxyd in hoher Temperatur. Dieselben erhitzten Silber bis zu einer Temperatur, welche noch höher war, als die, bei welcher das Silber dampfförmig wird. Dabei oxydirte sich dasselbe, rauchte wie ein Bleibad und der plötzlich abgekühlte Dampf von Silberoxyd überzog die Wände mit einem hellgelben Beschlag. Das Löthrohrverhalten des Silbers beweist ebenfalls die Oxydbildung.

Zuweilen erzeugt sich aus Schwefelungen haarförmiges Silber, meist wohl durch Zerlegung von Schwefelsilber durch Wasserdampf nach BISCHOFF's[5]) Experiment. Doch passt diese Erklärungsweise nicht für alle Fälle, so z. B. nicht für das von SCHEERER[6]) geschilderte Vorkommen von glänzend weissem haarförmigen Silber mit anderen Schwefelmetallen in der Herdmasse eines Freiberger Flammofens zum Rohschmelzen. Der Erhitzung des metallischen Silbers mitten unter Schwefelungen liegt in diesem Falle vielleicht eine analoge Ursache zum Grunde, wie der des haarförmigen Kupfers (S. 708).

Cementsilber enthält zuweilen Kupfer und andere Metalle in geringen Quantitäten beigemengt, auch wohl

---

1) B. u. h. Ztg. 1852. S. 261. HAUSM., Beitr. S. 4. GURLT, pyrog. Miner. S. 10. LEONH., Hüttenerz. S. 368.
2) ERDM., Journ. f. ök. u. techn. Ch. I, 487; II, 395; X, 286. KARST., Arch. 1. R. IV, 318. ERDM., Journ. f. pr. Ch. XXXVIII, 423. Bgwfd. X, 546. POGG., LXVIII, 283. DINGL., CXXV, 397. B. u. h. Ztg. 1853. S. 236.
3) PLATTNER, Röstprozesse. S. 123. KERL, Oberharz. Hüttenproz. 1860. S. 469.
4) Polyt. Centr. 1857. S. 1447.
5) POGG. Ann. Bd. 60. S. 289.
6) B. u. h. Ztg. 1855. S. 303. LEONH., Hüttenerz. S. 368.

Gyps. Federartige Krystalle von Silber erzeugen sich zuweilen bei der Unterharzer Goldscheidung aus der Silbervitriollösung. Beim Fällen durch Kupfer und auf electrochemischem Wege erhaltene Silberkrystalle zeigten Combinationen des Octaëders mit dem Achtundvierzigflächner. (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 78. S. 68.)

Wismuth.

11) Wismuth. Das käufliche Wismuth enthält gewöhnlich Pb, As und S, besitzt ein ausgezeichnet blättriges Gefüge und ist zur Krystallbildung sehr geneigt. Dasselbe krystallisirt nicht, wie man wohl angenommen hat, in Würfeln, sondern nach ROSE [1]) in stumpfen Rhomboëdern mit trichterförmigen Vertiefungen, welche treppenförmige Begrenzungen haben. Die schönen bunten Anlauffarben auf solchen Krystallen rühren von einem zarten Ueberzuge von Wismuthoxyd her. [2]) Krystalle, beim Reinigen des käuflichen Wismuths durch Umschmelzen mit $^1/_8$ $\dot{N}a\,\ddot{C}$ und $^1/_{64}$ =S an den Wänden des Tiegels zufällig gebildet, bestanden nach WERTHER [3]) aus $Bi^{12}Na^5S^2$.

Ein in den Erzen oft nicht nachweisbarer Wismuthgehalt tritt zuweilen beim Abtreiben hervor, indem das Wismuth, schwerer oxydirbar als Blei, sich als Oxyd in den letzten Glätten ansammelt, das Blicksilber firnissartig überzieht und beim Feinbrennen desselben in die Testasche geführt wird. [4]) PATERA [5]) hat auf den verschiedenen Grad der Oxydirbarkeit von Blei und Wismuth ein Verfahren begründet, dieselben zu trennen.

Zink.

12) Zink. Die gewöhnlichsten Verunreinigungen desselben sind nach den neuesten Untersuchungen von ELIOT und STORER [6]) Blei und Eisen, ersteres wohl nicht über 1,5—2 %, letzteres selten über 0,2 % und von den gusseisernen Vorlagen und Giessformen herrührend. Andere Verunreini-

---

1) HAUSM., Beitr. S. 7.
2) HAUSMANN, über die Erscheinung des Anlaufens der Mineralkörper. Stud. d. Götting. Ver. V, 320.
3) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 55. S. 320.
4) KERL, Oberharz. Hüttenpr. 1860. S. 462, 471.
5) Polyt. Centr. 1859. S. 1667. DINGL. Bd. 153. S. 423. B. u. h. Ztg. 1859. S. 287.
6) B. u. h. Ztg. 1861. S. 198.

gungen, wie Cu, Sn, As, Cd, S, C finden sich nur in ganz untergeordneten Quantitäten und häufig nur zufällig darin. Im Allgemeinen ist das Galmeizink reiner, als das Blendezink. Während in ersterem Fe, Cd und C vorkommen, finden sich in letzterem auch As, Cu, S. Der Gehalt an Sn und Cd beträgt selten mehr, als $^1/_{25}$ %. C ist nicht, wie wohl angenommen, mit dem Zink chemisch verbunden, sondern mechanisch beigemengt. S, beim Behandeln des Zinks mit Säuren als Schwefelwasserstoff entbunden und als solcher nachweisbar, findet sich zuweilen im Zink, stammt aber häufig aus den zum Auflösen verwandten Säuren; desgleichen kann As, im MARSH'schen Apparat nachgewiesen, vom Arsengehalt der angewandten Säure herrühren, obwohl dasselbe zuweilen im Blendezink getroffen wird. Man hat auch die zur Zinkreduction angewandten Steinkohlen, wohl aus dem beigemengten Schwefelkies herrührend, arsenhaltig gefunden. Sn kommt nur unter besonderen Umständen vor.

Der beim Auflösen des Zinks in Säuren bleibende schwarze Rückstand enthielt nach JACQUELIN 0,142 Fe, 0,429 Pb und 0,0036 C; nach STORER hauptsächlich metallisches Pb und C, nicht, wie man wohl annimmt, Pb S, weil dasselbe bei Anwesenheit von Zink durch Säure zerlegt wird. Nach RODWELL gab gewalztes Zink 1,3339% graulichen, pulverförmigen Rückstand, welcher im Wesentlichen aus schwefelsaurem Bleioxyd bestand, beiläufig aber 0,5% Kohlenstoff und eine Spur Eisen enthielt. Die beim Auflösen des Zinks in verdünnter Schwefelsäure erscheinenden schwarzen Flocken sind wohl Bleisuboxyd, welches nach dem Aufhören der Wasserstoffentwicklung in schwefelsaures Bleioxyd übergeht. Die schnelle Umwandlung des im Zink enthaltenen metallischen Bleies in Suboxyd ist wahrscheinlich dem electrischen Strome zuzuschreiben, welcher zwischen ihm und dem Zink entsteht, indem z. B. reines Blei, in verdünnte Schwefelsäure gestellt, einige Zeit blank bleibt, mit Zink berührt, aber sich schnell mit einer schwarzen Haut überzieht. BARBUEL erhielt durch Schmelzen solcher Rückstände im Kohlentiegel ein grauweisses, aus 58,6 Sn, 34,5 Pb und 5,5 S bestehendes Gemisch.

ELIOT und STORER haben die meisten Zinksorten des

Handels untersucht und gefunden, dass das Blei die einzige Hauptverunreinigung bildet, welche einer quantitativen Bestimmung werth ist. Nach denselben findet sich:

a) im deutschen Zink hauptsächlich Pb, zuweilen Cd in merklichen Mengen, auch geringe Quantitäten von As und S. Am unreinsten sind die Sorten vom Unterharzer Zinkstuhl und aus der Freiberger arsenhaltigen Blende. Das aus Galmei darge[illegible] schlesische Zink enthielt 1,46 % Pb und deutlich [illegible] nehmbare Mengen von Fe, Cd und S. Ein in [illegible] kauftes Zinkblech enthielt 1,297 % Pb und 0,067[illegible]

b) Belgisches Zi[illegible] ille Montagne), in den meisten Sorten von vorzü[illegible] einheit, aus reinem Galmei unter sorgfältiger Beh[illegible] largestellt, mit 0,292 % Pb und nur dann mit einem [illegible] en Arsengehalt, wenn gleichzeitig Blende oder zinkis[illegible] lle (z. B. Zinkstaub) verarbeitet sind. Altenberger Z[illegible] es in der Münze der Verein. Staaten gebraucht wird, enthielt 0,494 % Pb und 0,0585 Fe.

c) Englisches Zink von verschiedenem Grade der Reinheit, je nachdem dasselbe aus Blende oder Galmei gewonnen worden, meist reicher an Blei, als irgend eine andere Sorte, ausser dem schlesischen Zink, desgleichen arsenreicher, mit Ausnahme des New-Jersey-Zinks. Es enthielt Zink von Wrexham in North Wales 1,192, von den Mines royal, Neath, Glamorgan shire 0,823, von Dillwyn et Comp. in Swansea 1,661 und von Vivian in Swansea 1,516 % Pb, auch Spuren von Sn.

d) Amerikanisches Zink. New-Jersey-Zink, aus Rothzinkerz und Franklinit dargestellt, enthält weniger Pb, als irgend eins der anderen Zinke (0,079 %), mit Ausnahme des Pennsylvanischen, jedoch Cu in bestimmbarer Menge, im Erze nicht nachweisbar; Eisengehalt 0,2088 %. Der ungewöhnlich grosse Asgehalt stammt aus dem Erz. Auch fanden sich S, C und Sn, so dass das New-Jersey-Zink zu den unreinsten gehört, während dagegen Pennsylvanisches sehr rein ist, sich ohne allen Rückstand in Säuren löst und nur eine Spur Cd enthält. Zur Darstellung von Zinkweiss wählt man die Erze weniger sorgfältig aus und dieses gibt dann ein unreines Zink mit einem Arsengehalt.

e) Französisches Zink von ROUSSEAU FRÈRES in Paris enthielt 0,106% Pb.

Das Zink ist dimorph, indem es nach NÖGGERATH[1]) hexagonal, nach NICKLÈS[2]) tesseral krystallisirt. Am häufigsten kommen hexagonale Säulen vor, zuweilen Polyëder, welche nach ROSE[3]) nicht für Pentagondodekaëder zu halten sind, sondern von unregelmässig zusammengehäuften Krystallblättchen gebildet werden. STORER[4]) hält das Zink für isomorph mit Kupfer, also nur für tesseral krystallisirt, indem er meint, die von NÖGGERATH und ROSE beobachteten hexagonalen Krystalle seien kein reines Zink gewesen. Hiergegen spricht die von PLATTNER angestellte Analyse eines solchen Zinks.[5])

Aeltere Analysen von Zink.

No.	Pb	Fe	Cd	As	C
1.	0,4	0,4	—	—	—
2.	0,47	0,28	—	—	0,04
3.	0,43	0,14	—	—	0,0036
4.	0,15	0,32	0,97	—	0,75
5.	0,30	0,35	—	—	—
6.	—	0,25	—	—	0,41
7.	3,33	0,10	0,30	—	—
8.	0,27	Spr.	0,23	—	—
9.	0,91	0,17	0,16	—	—
10.	0,80	1,50	—	—	—
11.	0,85	0,73	—	—	—
12.	0,43	0,24	—	0,19	—
13.	—	—	—	0,0426—0,19	—
14.	—	—	—	0,0697—0,0853	—
15.	—	—	—	0,0062—0,0522	—
16.	—	—	—	0,0005—0,0457	—

1) Lütticher Zink, zweite Qualität, die erste ist fast ganz rein. 2), 3) u. 4) Schlesisches Zink, mit bis 0,2%

1) POGG., Ann. Bd. 89. S. 129.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 51. S. 168.
3) POGG., Ann. Bd. 85. S. 293.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 484.
5) Berggeist 1860. No. 100; 1861. No. 2 u. 3.

Cadmium. Nach KARSTEN (dess. Arch. 2. R. Bd. 14. Hft. 2; B. u. h. Ztg. 1842. S. 679) enthält **schlesisches** Zink weder C, noch S, As, Sn, Bi, Sb, Cu, Ag, dagegen Spuren von Cd, bis 0,24% Fe und von 0,3—2% Pb. 5) Zink von **Iserlohn**, hart und von mittlerer Güte. 6) Desgl. 7, 8) u. 9) **Oesterreichische** Zinksorten. 10) **Chines.** Z., sehr schlecht. 11) **Unterharzer** Z., arsenhaltig. 12) **Ostindisches** Z. 13) **Französisches** Z. 14) **Schles.** Z. 15) **Altenberger** Z. 16) [illegible]n **Corfali** in Belgien.

Zinn. 13) **Zinn.** Die ver[illegible]nen Zinnsorten des Handels enthalten nicht selten meh[illegible]r weniger Fe, Cu, As, und bisweilen auch Wo, Mo[illegible]nd Bi. Am reinsten ist das **Malacca-, Banca-, B**[illegible] und das **englische** Zinn, viel unreiner das **deu**[illegible] Dasselbe krystallisirt nach MILLER[1]) tetragonal, fin[illegible] in diesem Zustande als Hüttenproduct sehr selten, l[illegible] aber auf electrochemischem Wege aus Zinnchlorür [illegible][2]) Nach BREITHAUPT kommt es in Zinnöfen **Cornwalls** in sechsseitigen Prismen vor.[3]) Der Zinnschrei beim Biegen ist nach LÜDERS[4]) von einer Molekularbewegung begleitet, indem an den gebogenen Stäben sich schneidende, feilenhiebähnliche Parallellinien sichtbar werden. Zinnlegirungen, Blei oder Zink zeigen diese Erscheinung nicht.

No.	Sn	Fe	Pb	Cu	Bi	Sb	As	Rückst.
1.	99,961	0,019	0,014	0,006	—	—	—	—
2.	99,76	Spr.	—	0,24	—	—	—	—
3.	98,64	Spr.	0,20	0,16	—	—	—	—
4.	95,0	—	1,5	3,00	—	—	—	—
5.	99,5	Spr.	0,2	—	—	—	—	—
6.	97,0	2,8	—	—	—	—	—	—
7.	95,0	1,2	3,0	—	—	—	—	—
8.	98,11	0,71	—	—	—	—	0,90	—
9.	99,60	0,06	—	—	—	—	0,05	—
10.	99,9	—	—	—	0,1	—	—	—

1) POGG., Ann. Bd. 40. S. 456; Bd. 58. S. 660.
2) RAMMELSBERG, krystallogr. Chem. S. 14.
3) LEONHARD, Hüttenerz. S. 378.
4) DINGL. Bd. 155. S. 22.

No.	Sn	Fe	Pb	Cu	Bi	Sb	As	Rückst.
11.	97,83	0,11	—	Spr.	—	—	Spr.	1,00
12.	—	0,09	—	—	1,40	—	—	—
13.	93,50	0,07	2,76	—	—	3,76	—	—
14.	—	0,07	1,93	—	—	2,34	—	—

1) Bancazinn, nach MULDER, fast chemisch rein. 2)—4) Englisches Zinn, nach BERTHIER. 5)—7) Französ. Zinn von Piriac, nach demselben, nämlich 5) reinstes vom Anfange des Pauschens, 6) Schlackenzinn und 7) Krätzzinn aus den Rückständen. 8) Aelteres Steinzinn von Altenberg (1795—99), nach LAMPADIUS. 9) Neueres Steinzinn ebendaher (1837). 10) Neuestes Altenberger Zinn, nach PLATTNER. 11) Abgangszinn von Altenberg, n. KERSTEN, mit Spuren von Wo und Mn. 12) Desgl., raffinirt. 13) Peruanisches Zinn, nach demselben. 14) Desgl., raffinirt.

Schwefel.

14) Schwefel.[1]) Der in Stücken oder Stangen im Handel vorkommende Schwefel enthält öfters As und Se, die Schwefelblumen auch wohl $\dot{\ddot{S}}$. Beim Rösten geschwefelter Erze in Haufen, z. B. am Unterharze, entstehen durch Verdichtung von sublimirten Schwefeldämpfen klinorhombische Schwefelkrystalle, und in geschmolzenen und durch plötzliche Abkühlung, z. B. durch heftige Regengüsse, kalte Winde etc. erstarrten Schwefelmassen (Jungfern-Schwefel) rhombische Krystalle. In Steinkohlenaschenhaufen sublimirt zuweilen Schwefel gemeinschaftlich mit Salmiak.[2]) Nach LEADBETTER[3]) enthielten englische Steinkohlen 0,004948 bis 0,019791 % Chlor, während die Asche derselben chlorfrei war. Auch in Schwefelsäureöfen[4]) erzeugen sich Krystalle.

Nach RAGSKY enthielt Schwefel von Radoboj 0,25, von Swoszowice 0,23, aus Egypten 0,050—0,025, aus Sicilien (raffin.) 0,026 % Asche.

---

1) ULRICH in der B. u. h. Ztg. 1854. S. 97. LEONH., Hüttenerz. S. 88. HAUSM.. Molekularbewgg. S. 50. RAMMELSBERG, krystallogr. Chem. S. 21.
2) Berggeist 1861. S. 115.
3) DINGL. Bd. 159. S. 238.
4) LIEBIG, Jahresbericht. 1852. S. 829.

Zweites Kapitel.

Von den Hüttenfabrikaten.

Begriff.

§. 112. Allgemeines. Mit Hüttenfabrikaten lassen sich diejenigen schon als Handelswaare[1]) von den Hüttenwerken abzugebenden Producte bezeichnen, welche in den Erzen nicht präexistiren, sondern erst durch die Zugutemachung derselben [illegible] Weise gebildet werden, dass man mehrere Bestandth[illegible] Erzes sich vereinigen lässt oder während der Bea[illegible] desselben gewisse Bestandtheile hinzufügt.

Zusammensetzung der Hüttenfabrikate.

§. 113. Hüttenfab[illegible] Es gehören hierher hauptsächlich: Hartblei, St[illegible] usgesaigertes Schwefelantimon (Antimonium c[illegible] Arsenglas, die Schwefelungen des Arsens [illegible] id Rauschgelb) etc.

Hartblei.

1) Hartblei, Abs[illegible] ei, welches oft viel Sb und As, etwas Cu und Fe, bisweilen auch Ag und S enthält, hart, klingend, mit glänzendem, silberweissen Bruche und körnigem Gefüge. Seltener krystallisirt, und zwar undeutlich monoklinoëdrisch. Nach VARRENTRAPP[2]) befördert ein Zinkgehalt die Oxydation in feuchter Luft und ist Veranlassung zu ungleichmässigen, schlechten Güssen (z. B. bei Anwendung zu Buchdruckerlettern). Zur Analyse des Hartbleies sind geeignete Methoden von STRENG[3]) und eine einfachere von VARRENTRAPP[4]) angegeben.

Analysen von Hartblei.

	Pb	Sb	As	Cu	Fe	Zn
1.	85,34	14,06	—	0,50	0,10	
2.	77,36	22,75	—	—	—	
3.	86,34	12,98	—	0,68	—	
4.	83,91	16,01	—	0,04	0,04	
5.	80,67	19,21	—	0,06	0,06	
6.	79,36	20,57	—	0,04	0,03	

1) Ueber die kaufmännische Zunftsprache: Bgwfd. III, 36.
2) DINGL. Bd. 158. S. 316.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 65.
4) DINGL. Bd. 158. S. 316.

	Pb	Sb	As	Cu	Fe	Zn
7.	88,84	8,16	2,04	0,28	0,48	
8.	81,01	17,00	—	0,13	0,22	
9.	83,65	16,00	—	0,13	0,30	
10.	77,75	21,27	Spr.	0,16	0,42	
11.	91,80	3,98	3,24	0,69	0,12	—
12.	94,73	2,02	1,92	0,48	0,11	—
13.	95,09	2,18	1,91	0,75	0,12	—
14.	82,40	10,04	3,00	2,28	1,08	
15.	84,10	14,60	—	1,20	—	
16.	78,60	19,90	—	1,30	—	
17.	74,10	22,90	—	2,90	—	
18.	81,27	16,40	—	2,29	0,04	
19.	91,40	8,20	0,40	—	—	
20.	95,60	2,40	—	Spr.	—	
21.	93,00	7,00	—	Spr.	—	

1—10) Harzer Hartbleisorten: 1—3) von Clausthaler Hütte resp. nach JORDAN, ERYWAN WEYNEN und FIRNHABER, letztere mit 10,461 spec. Gew. 4—8) von Altenauer Hütte, und zwar 4—6) nach BIEWEND, 7) nach MÜLLER, 8) nach STRENG. 9) von Lautenthaler Hütte n. STRENG. Ein von HAHN untersuchtes Stück Hartblei daher enthielt bei 9,373 spec. Gew. 21,88% Sb. 10) von Andreasberger Hütte nach OBERBECK (KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 483). 11—13) Freiberger Hartbleie nach REICH: 11) ord. Hartblei mit 10,413 spec. Gew.; 12) Schrotblei nach Wegnahme des Abzuges, mit 10,879 spec. Gew.; 13) dasselbe nach 20 stündigem Schmelzen, mit 10,947 spec. Gew. (B. u. h. Ztg. 1860. S. 126).

14—17) Unterharzer Hartblei: 14) von Okerhütte nach MÜLLER. 15) Ebend. mit Holzkohlen erfrischt nach ULRICH; 16) Ebend. mit Cokes dargestellt nach Dems.; 17) Abstrichschlackenblei ebend. nach Demselben.

18) Holzappler H. nach BISCHOFF. 19) Hartblei von Katzenthal. 20) Desgl. v. Villefort. 21) Desgl. v. Pezey.

Antimonblei[1]) fand sich beim Aufbrechen der Sohle eines Bleiofens zur Muldner Hütte in nadelförmigen, breiten,

1) POGG., Ann. Bd. 54. S. 118. ERDM., J. f. pr. Chem. 1842. S. 99.

spiessigen Säulen, welche nach NAUMANN monoklinoëdrisch oder triklinoëdrisch sind und nach KERSTEN bestehen aus:

Pb	Sb	Cu	Zn	Ag
90,10	6,48	1,50	1,42	0,24.

Stahl.

2) Stahl, als Roh-, Frisch-, Puddel-, Bessemer-, Cement-, Guss-, Gärb-, Wootz-, Wolframstahl etc., nach der gewöhnlichen Ansicht Kohleneisen, zuweilen mit geringen Mengen von Si, Al, P, S, Mn, Ag, Ni, Cu, Co, Wo, Cr. Nachdem MARCHAND (ERDM., J. Bd. 49. S. 351) und SCHAFHÄUTL (ERDM., J. Bd. 76. S. 275) im Stahl Stickstoff nachgewiesen, sprach LIEBIG (Schles. Wochenschr. 1860. S. 408) die Ansicht aus, dass derselbe bei der Stahlbildung eine wichtige Rolle spiele. BINKS (B. u. h. Ztg. 1859. S. 202), SAUNDERSON (ibid.), und FREMY (DINGL. Bd. 158. S. 209; Bd. 160. S. 43, 124) glauben durch neuere Untersuchungen bewiesen zu haben, dass der Stahl Kohlenstickstoffeisen sei. CHEVREUL (DINGL. Bd. 160. S. 130) sprach schon im Jahre 1829 die Ansicht aus, dass es Stahl ohne Kohlenstoff gebe und derselbe sich durch Vereinigung des Eisens mit Körpern von verschiedenartiger Natur bilde. FREMY neigt sich zu dieser Ansicht und seine in Aussicht gestellten Untersuchungen über die Rolle, welche Mn, Cr, Wo, Al, Ni etc. im Stahl spielen, werden über die wahre Constitution desselben mehr Licht geben. Ohne die Existenz von Stahllegierungen bestreiten zu wollen, hält es MAYRHOFER (Leoben. Jahrb. 1861. Bd. 10. S. 335) doch für unzweifelhaft, dass der beste Stahl bloss aus Eisen und Kohle besteht und dass die gleichhoch carbonisirten Sorten durch eine verschiedenartige mechanische Behandlung eine verschiedene Leistungsfähigkeit annehmen. Im sogen. Silber-, Platin-, Silicium- und Nickelstahl von der ausgezeichnetsten Beschaffenheit fand MAYRHOFER keine Spur von fremden Stoffen, ausser Kohlenstoff. JULLIEN's[1]) Ansichten über die Constitution des Stahles weichen von den herrschenden auch sehr ab. Nach CARON (DINGL. Bd. 158. S. 206; Bd. 159. S. 207, 211) wirkt der Stickstoff, ohne aber immer in den Stahl mit einzugehen, durch Bildung von Cyankalium beim Cementiren, welches bekanntermassen kräftig kohlend wirkt.

1) JULLIEN, Handb. d. Eisenhüttenkde., deutsch v. HARTMANN. 1861.

Der Stahl zeigt nur Anlage zur Krystallisation und ist nach FUCHS[1]) eine Verbindung von tesseralem geschmeidigen Eisen und rhomboëdrischem Roheisen; beim Behandeln mit Säuren löst sich ersteres leichter auf. GURLT[2]) nimmt auch an, dass der Stahl ein inniges Gemenge von grauem Roheisen mit geschmeidigem Eisen sei, nach demselben krystallisiren aber beide im regulairen Systeme, was TUNNER[3]) bestreitet. Durch Temperaturwechsel erleidet der Stahl in seiner Structur bedeutende Umänderungen.[4])

Durch Glühen von weissem Roheisen mit sauerstoffhaltigen Körpern (Eisenoxyd, Mangansuperoxyd, Zinkoxyd) entstehen stahl- oder stabeisenähnliche, schweiss- und hämmerbare Producte (hämmerbares Gusseisen, TUNNER's Glühstahl).

a) Analysen von Rohstahl.

No.	C chem. geb.	C mech. geb	Si	Mn	Al	Cu	S	P
1.	1,129		Spr.	—	—	Spr.	Spr.	—
2.	1,1308		Spr.	—	—	—	Spr.	—
3.	0,9736		0,0589	—	—	—	Spr.	—
4.	—	—	0,115	—	—	—	0,002	—
5.	1,936		Spr.	—	—	—	Spr.	—
6.	—	—	0,028	—	—	0,020	—	—
7.	1,698		0,0383	—	—	0,3789	Spr.	—
8.	1,7199		Spr.	—	—	Spr.	Spr.	—
9.	1,4407		Spr.	—	—	Spr.	Spr.	—
10.	0,9851		—	—	—	—	Spr.	—
11.	1,3435		Spr.	—	—	—	Spr.	—
12.	1,570		0,020	—	0,010	—	—	—
13.	nicht bestimmt.		0,062	—	—	0,39	0,002	—
14.	—	—	0,163	—	—	0,27	0,008	—
15.	—	—	0,144	—	—	0,40	0,011	—
16.	—	—	0,077	—	—	0,36	0,006	—
17.	1,380		0,0065	0,012	—	—	—	Spr.
18.	2,20	0,24	0,20	—	—	—	—	—
19.	1,47	0,11	—	—	—	—	—	—
20.	—	1,03	0,64	—	—	—	—	—

1) DINGL. Bd. 124. S. 348.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 502. Berggeist 1860. No. 19.
3) Leoben. Jahrb. 1861. Bd. 10. S. 479.
4) HAUSMANN, Molekularbewegungen S. 43.

1) Steyerscher Edelstahl, nach KARSTEN. 2) Desgl. 3) Steyerscher Stahl aus steyerschen Flossen nach Siegen'scher Methode auf der Lohhütte gefrischt, n. KARSTEN. 4) Steyerscher Rohstahl, vorzügl. gut zu Sensen, höchst zähe und hart, nach STENGEL. 5) Brescianstahl aus der Paal in Oestreich, nach KARSTEN. 6) Desgl., nach STENGEL. 7) Edelstahl von Siegen, nach KARSTEN. 8) et 9) Desgl. 10) Edelstahl von Lohe nach KARSTEN. 11) Desgl. 12) Frischstahl von So [illegible] e, n. LAMPAD. 13) Rohstahl von Oberhunden [illegible] nach STENGEL. 14) Desgl. von Lohe aus Sta [illegible] Eisenstein, vortreffl. Qualit., nach demselben. 15 [illegible] Lohe aus ⅔ Stahlberger und ⅓ Grundener [illegible] en, nach dems. 16) Desgl. von Salchendorf [illegible] chem Brauneisensteine, nach demselben. 17 [illegible] n Königshütte am Harze nach BRAUN [illegible] r und weicher Rohstahl von Reichrami [illegible] a [illegible] 20) Gärbstahlabfall, ebend.

b) Analysen von Cementstahl.

	C chem. geb	C mech. geb.	Si
1.	0,416	0,080	—
2.	1,87		0,10.

1) Weicher Cementstahl von Elberfeld nach BROMEIS.
2) Englischer Cementstahl nach BERTHIER.

c) Analysen von Gussstahl.

No.	C chem. geb.	C mech. geb.	Si	Mn	Ni	Co	Wo	Al	Cu	S	P
1.	0,95	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	1,7581		—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.	1,5776		—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	1,33		0,05	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	1,83		—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	0,625		—	?	—	—	—	—	—	?	0,03
7.	0,65		—	?	—	—	—	—	—	?	0,08
8.	0,65		0,04	?	—	—	—	—	—	?	0,07
9.	0,94		0,08	?	—	—	—	—	—	?	0,11
10.	1,428		0,52	1,92	As=0,93	Sb=0,12	N=0,18	—	—	1,00	—
11.	1,2812		—	0,218	0,079	—	0,0518	—	—	—	—
12.	0,98		—	Spr.	0,01		—	—	—	—	—
13.	1,12516		—	Spr.	0,1400	—	Spr.	—	—	—	—
14.	0,85645		—	Spr.	0,39355	—	Spr.	—	—	—	—

C . mech. geb.	Si	Mn	Ni	Co	Wo	Al	Cu	S	P	As
,99	—	Spr.	Spr.	—	Spr.	—	—	—	—	—
06966	—	0,07034	0,0700	—	0,1000	—	—	—	—	—
80	—	0,14	0,16	—	Spr.	—	—	—	—	—
300	—	Spr.	0,07871	—	Spr.	—	—	—	—	—
7758	—	Spr.	0,210	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—
,181	0,500	—	—	—	—	0,055	0,300	0,014	Ag=Spr.	—
,50	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
,55	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,312	0,043	—	—	—	—	—	—	0,175	—	0,036
,18	0,33	Spr.	0,12	—	—	—	0,30	—	0,02	—
0,0104	0,203	—	—	—	—	—	—	0,0032	—	—
[illegible]	0,215	0,024	—	—	—	—	0,066	—	—	0,007
0,19	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Bester engl. von Sheffield, nach BROMEIS. 2) Gu-
r engl., nach KARSTEN. 3) Derselbe raffinirt, nach dems.
Engl. Huntmannsstahl. 5) Desgl. 6) Engl. Gussstahl.
Französ. Gussstahl. 8) Desgl., beste Sorte. 9) Desgl.,
veite Sorte. 10) Desgl., nach SCHAFHÄUTL. 11 u. 12) Wootz-
önig aus Constantinopel, nach LUYNES. 13) Desgl., aus
ersien. 14) Desgl. 15) Desgl. von Aleppo. 16) Ausge-
hmiedeter oriental. Dammaststahl. 17) Grosse Klinge eines
dischen Dolches. 18) Persische Klinge. 19) Alte Dam-
astklinge, mit Gold überzogen. 20) Dammaststahl von Sla-
ust, nach IVANOFF. 21) Wootz. 22) Franz. künstlicher
Vootz. 23) Indischer Wootz, nach HENRY. 24) KRUPP's
ussstahlgeschütz, welches beim ersten Schuss zersprang.
) Schweissbarer Gussstahl von Schmalkalden nach
RNHABER. 26) Engl. Gussstahl nach SCHAFHÄUTL (ERDM.,
f. pr. Chem. 1859. Bd. 76. S. 294). 27 u. 28) Ordin. u. un-
hweissbarer Gussstahl von Reichraming nach v. FERSTL.

) Analysen von hämmerbarem oder adoucirtem Gusseisen (fonte malléable) und Glühstahl.

	C chem. geb.	C mech. geb.	Si	P	Al	S	Mn	Sand
1.	0,446	0,434	0,409	Spr.	Spr.	—	—	—
(2.	2,217	0,583	0,951	Spr.	Spr.	0,015	—	0,502)
3.	0,8552		0,2562	—	—	—	0,4470	—
(4.	3,34		1,01)	—	—	—	—	—
5.	1,176		0,002	—	—	0,001	0,188	—

	C chem. geb.	C mech. geb.	Si	P	Al	S	Mn	Sand
6.	1,201		0,008	—	—	0,001	0,210	—
(7.	3,570		0,130	Spr.	Vd. Spr.	0,009	0,610	—)
(8.	3,420		0,110	Spr. „	„	0,008	0,580	—)
9.	1,523		0,182	— —	—	—	Spr.	—

1) Adoucirtes oder hämmerbares Roheisen aus Lancashire nach MILLER; spec. Gew. 7,718. 2) Weisses Roheisen ebend., aus welche[illegible] 1 dargestellt worden, spec. Gew. 7,684. 3) TUNNER[illegible] Glühstahl nach GOTTLIEB, aus weissem Roheisen N[illegible] folgt (Leoben. Jahrb. 1857. VI, 105). 5 u. 6) TUNN[illegible] Glühstahl nach RICHTER, aus Eisenerzer strahlige[illegible]isen No. 7 u. 8 dargestellt (TUNNER, Leoben. Jahrb. [illegible] Bd. 9. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 208). 9) Adou[illegible]eisen (Rasiermesser) nach SCHAFHÄUTL.

LAN[1]) hat [illegible]tzung des Roheisens in den verschiedenen Pe[illegible]rzeugung beim RIVOIS'schen Prozess (No. 1—6) und im Puddelofen (No. 7—10) wie folgt ermittelt:

	C	Si	S	Mn	Cu
1.	5,25	1,57	0,30	2,73	0,05—0,10
2.	5,65	1,50	0,25	2,55	0,05—0,10
3.	4,25	0,48	0,11	nicht best.	0,15—0,10
4.	5,60	0,60	0,13	0,36	0,15—0,10
5.	5,05	0,85	0,19	2,51	0,10
6.	3,36	0,60	0,17	nicht best.	0,05
7.	3,980	1,658	Spr.	1,055	—
8.	5,22	1,059	—	0,716	—
9.	4,69	0,48	—	0,475	—
10.	3,50	0,20	—	Spr.	—

1—6) Rivois'scher Prozess: 1) Roheisen. 2) Probe nach dem Schmelzen. 3) Pr. vom Schluss der 2ten Periode. 4) Probe, nach dem Entblössen des Bades im Augenblicke, wo die ersten Blätter der Schlacke abgehoben waren. 5) Pr., eine Stunde vor dem Ziehen der ersten Luppe. 6) Pr., kurze Zeit nach dem Ziehen.

7—10) Puddelprozess: 7) Roheisen. 8) Pr. vom Ende der zweiten Periode, vollk. flüssiges Bad. 9) Pr., eine Viertelstunde später, vor dem völligen Steifwerden der Masse

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 183, 224, 245.

starkes Aufblähen eintrat. 10) 25—30 Min. hen bis zum Maximum.

igertes Schwefelantimon (Antimonium hat meist die kegelförmige Gestalt der erstarrte, ist metallisch glänzend, grauf dem Bruche strahlig krystallinisch Fe, Pb, Cu und As, bildet sich zu-m rhombischen, lang säulenförmigen Krystallen mit starker vertikaler Streifung rg, Böhmsdorf im Voigtlande, Ungarn). ZIN-[1]) fand darin octaëdrische Krystalle von Antimonoxyd; gewöhnlich stellen sich die Krystalle von Antimonoxyd als Nadeln (rhombische Säulen) dar.

Schwefelantimon.

No.	Sb	Pb	Fe	As	S
1.	62,477	10,403	0,700	Spr.	26,420
2.	59,674	11,956	0,630	Spr.	27,740
3.	70,255	—	0,315	—	29,430
4.	71,980	—	Spr.	—	28,020

Daraus berechnet sich der Gehalt an Schwefelmetallen wie folgt:

No.	$\overset{'''}{Sb}$	$\overset{'''''}{Sb}$	$\overset{'}{Pb}$	$\overset{''}{Fe}$
1.	81,54	4,95	12,01	1,50
2.	65,51	19,34	13,80	1,35
3.	80,25	19,07	—	0,68
4.	91,98	8,02	—	—

1) Kronacher Schw., bunt angelaufen, n. WITTSTEIN. 2) Desgl., nicht bunt angelaufen. 3) Ungarsches, nach dems. 4) Engl., nach dems.

4) Arsenikmehl und Arsenglas, arsenige Säure mit 75,81 As und 14,19 O. Das durch Sublimation von Giftmehl erhaltene Arsenglas (amorphe arsenige Säure) ist im frischen Zustande ein vollkommenes Glas mit muschligem Bruche, Glasglanz und Durchsichtigkeit. Ohne eine Mischungsveränderung zu erleiden und ohne den festen Zustand zu verlieren, wird der zuvor farblose Körper mit der Zeit weiss, porzellanartig, opal- und wachsartig glänzend, indem der amorphe Zustand, unter gleichzeitigem Eintritt von Differenzen in Härte, specifischem Gewichte und Löslichkeit, in den krystallinischen übergeht, ähnlich wie beim

Arsenige Säure.

1) ERDM., J. f. ökon. Chem. I, 112. GURLT, pyrogen. Miner. S. 49.

Opal und Quarz. Aus der von aussen nach innen an verschiedenen Stellen sehr abweichend fortschreitenden Entglasung scheint zu folgen, dass in dem Glase gewisse Verschiedenheiten des Aggregatzustandes stattfinden. Dass die Ursache dieser isomeren Zustände eine eintretende Krystallbildung ist, hat HAUSMANN [1]) an einem Stücke Arsenikglas von Andreasberger Hütte nachgewiesen, welches anstatt des muschligen Bruches erst eine dünnstängliche Absonderung angenommen hatte, welche allmälig fortschreitend sich mit einer grossen Anzahl grösserer und kleinerer Octaëder besetzt fand. Nicht selten findet sich die arsenige Säure bei Röst- und Schmelzprozessen paramorph in octaëdrischen und rhombischen Krystallen, z. B. in den Unterharzer Rösthaufen [2]), von beigemengtem Realgar oder Rauschgelb mehr oder weniger roth oder gelb gefärbt; in den unter dem Herde der Amalgamirröstöfen zu Freiberg [3]) befindlichen Canälen, in den Spalten des Gemäuers der Riechelsdorfer Kupferschiefer- und der Andreasberger Schliegöfen, in Kupfergaarschlacken [4]) u. a.

Eine gelbliche Färbung des Arsenglases, gewöhnlich einem Gehalte an Schwefel oder Schwefelarsen zugeschrieben, kann nach GEORGI [5]) von darin enthaltenem metallischen Arsen oder von, selbst in der geringsten Menge beigemischten, unendlich feinen Schliegtheilen veranlasst werden.

Zuweilen findet sich in der arsenigen Säure ein Gehalt an Antimonoxyd. [6])

Analysen von Giftmehl und Arsenglas.

	Äs	Äs	Bi	S	Erzstaub	Russ	Sb
1.	90,10	2,05	—	0,73	5,51	1,04	—
2.	95,85	0,32	—	0,71	2,05	0,74	—

1) Polyt. Centr. 1850. S. 881. — Dess. Molekularbewegungen 1856. S. 10, 13, 18, 22.

2) ULRICH in d. B. u. h. Ztg. 1854. S. 98; 1859. S. 37; Halle'sche Zeitschr. f. Naturwiss. 1858. Bd. 11. S. 261. KERL, Unterh. Hüttenproz. 1861. S. 27. LEONH., Hüttenerzeugn. S. 90, 341.

3) GURLT, pyrogen. Min. S. 50.

4) HAUSM., Beitr. S. 49. ULRICH in d. B. u. h. Ztg. 1859. S. 37.

5) B. u. h. Ztg. 1860. S. 351.

6) WIGGERS in Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 41. S. 347. STRENG in B. u. h. Ztg. 1860. S. 128. KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 706.

	Äs	Äs	Bi	S	Erzstaub	Russ	Sb
3.	94,31	1,03	0,25	0,50	3,05	0,16	—
4.	98,20	—	—	—	—	—	1,68

1) Giftmehl aus dem Condensator des Zinnröstofens zu Altenberg, vom Anfange des Giftfanges, nach LAMPAD. 2) Desgl., vom Ende desselben. 3) Vom Blaufarbenwerke Oberschlema, n. LAMPAD. 4) Arsenikglas von Andreasberger Hütte, nach STRENG. Das Giftmehl von Andreasberger Silberhütte am Harze enthält nach BODEMANN 1% Fe und Al haltigen Kalk, 1/2% Sb, 1% quarzigen Rückstand und 3/4% Feuchtigkeit.

5) Realgar und Rauschgelb. a) Realgar, rothe Arsenblende, Rauschroth, Äs = 70,029 As + 29,971 S, durch Vereinigung von metallischem Arsen und Schwefel dargestellt, von morgenrother, ins Hyacinthrothe und in Braun übergehender Farbe, ist amorph und zeigt nach HAUSMANN [1]) selbst nach dem langsamen Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand, keine Spur von Krystallbildung. Dasselbe kommt z. B. in Begleitung von arseniger Säure mit schön morgenrother Farbe in den Unterharzer Rösthaufen [2]) vor, auch fand es sich, als seltene Erscheinung, als krystallinisch blättrige Substanz im inneren Mauerwerk der Friedrichshütter Oefen zu Riechelsdorf. [3]) In den Canälen eines Schlackenschmelzofens zur Muldner Hütte bei Freiberg kam es in pyramidenförmigen, gezackten, monoklinoëdrischen Krystallen, sowie mit arseniger Säure auf gerösteten Kupferaftern derselben Hütte vor. [4]) Enthält nach LAMPADIUS etwas arsenige Säure. Als Rubinglas oder rother Schwefel wird zu Reichenstein ein schwefelärmeres Realgar dargestellt.

Schwefelarsen

b) Rauschgelb, Auripigment, Operment. Äs = 60,903 As + 39,097 S, durch Vereinigung von arseniger Säure und Schwefel dargestellt, hat eine pomeranzen- bis citronengelbe Farbe und ist stets ein Gemenge von Äs und Äs.

1) Polyt. Centr. 1850. S. 881.
2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 98.
3) LEONH., Hüttenerz. S. 367.
4) GURLT, pyrog. Min. S. 28.

Lampadius fand darin 6—10,5 %, Guibourt an 94 % $\bar{\bar{A}}s$. Dasselbe ist gewöhnlich amorph, kommt jedoch zuweilen in zusammengehäuften undeutlichen kleinen vierseitigen Nadeln (rhombischen Säulen) vor.

Bleioxyd.

6) Kaufglätte, Goldglätte, rothe Glätte. Bleioxyd in Gestalt einer schuppigen, leichtzerreiblichen Substanz, welche beim Erkalten der beim Abtreiben erfolgenden Batzen gelber Glätte entsteht. Nach Fournet [1]) und Levol [2]) absorbirt flüssige Glätte im Treibofen Sauerstoff aus der Luft, welcher bei Abkühlung des Glättbatzens die bereits erstarrte Oberfläche durchbricht, Spalten bildet und in diesen die feste, gelbe Glätte auf rein mechanischem Wege beim Entweichen in eine isomere Modification, in schuppige rothe Glätte verwandelt. Je weniger Kupfer- und Antimonoxyd die gelbe enthält, um so mehr rothe bildet sich, welche in Folge dessen meist reiner ausfällt, als erstere. Sie enthält zuweilen Bleikörnchen mechanisch beigemengt.

Rammelsberg fand in einer Freiberger rothen Glätte:

$\dot{P}b$	$\dot{C}u$	$\dddot{F}e$	$\dddot{S}i$	$\ddot{C}$	$\dot{C}a$
96,35	1,35	0,66	0,45	2,70	0,49

Drittes Kapitel.

Von den Zwischenproducten.

Entstehung derselben.

§. 114. Allgemeines. Die Erzeugung der Educte kann nur durch Abscheidung der damit verbundenen Substanzen geschehen, in Folge dessen bei hüttenmännischen Prozessen, vielfache Nebenproducte resultiren, welche den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft zu Folge mehr oder weniger von dem auszubringenden Metalle zurückhalten. Je complicirter ein Hüttenprozess ist, desto vielfacher sind auch diese Nebenproducte, so namentlich bei Verarbeitung der Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleierze. Man nennt diese Nebenproducte Zwischenproducte, wenn sie noch so bedeu-

Zwischenproducte u. Abfälle.

1) Erdm., J. f. ök. Chem. I, 53, 64.
2) Dingl. Bd. 98. S. 34.

tende Mengen von dem auszubringenden Metalle enthalten, dass sie durch weitere Verarbeitung zu Gute gemacht werden müssen, dagegen Abfälle, wenn sie als unschmelzwürdig aus dem Hüttenbetriebe entfernt werden können. Eine scharfe Grenze lässt sich zwischen beiden Arten von Nebenproducten nicht ziehen, indem Fälle vorkommen, wo man auch Abfälle entweder wegen ihrer nützlichen Einwirkung auf den Schmelzgang oder ihres noch rückhaltigen Metallgehaltes nochmals in die Hüttenarbeiten zurückgibt. Auch ist der Begriff von Zwischenproduct nur ein relativer, indem ein solches unter Umständen schon als endliches Product angesehen werden kann, z. B. Roheisen, wenn es zu Gusswaaren verwandt wird, oder das ausgesaigerte Schwefelantimon (Antimonium crudum), wenn dasselbe, ohne auf metallisches Antimon weiter verarbeitet zu werden, direct in den Handel geht. Vom chemischen Standpuncte aus lassen sich die Zwischenproducte eintheilen in mechanisch verunreinigte Metalle, Legirungen, Schwefelmetalle, Arsenmetalle, Kohlenmetalle und Oxyde.

Classification.

§. 115. Metalle. Hierher gehören hauptsächlich gewisse Zwischenproducte von der Darstellung des Quecksilbers (Stupp) und Zinks (Zinkstaub).

Stupp.

1) Stupp (vom slawischen stupa = Staub) oder Quecksilberschwarz wird eine an den Wänden und auf der Sohle der Condensationskammern sich absetzende schwarze Masse genannt, welche nach Plattner[1]) aus einem Gemenge von etwa 50 % und mehr metallischem Quecksilber mit Schwefelquecksilber, Quecksilberoxyd, Chlorquecksilber, Kohlen- und Aschentheilen, Idrialin und geringen Mengen von Schwefeleisen und Selen besteht. Durch Zusammendrücken der Masse im feuchten Zustande entlässt dieselbe den grössten Theil Quecksilber und hält nur noch 15—20 % davon zurück. Das Chlor zur Bildung des Calomels liefert die Asche des Brennmaterials.

Proust fand die Zusammensetzung von Quecksilberschwarz aus Almaden aus Aludeln (*a*) und aus gusseisernen Condensationsröhren (*b*) wie folgt zusammengesetzt:

1) Plattn., Röstprozesse 1856. S. 362.

	a.	b.
Feinzertheiltes Quecksilber	66,0	44,0
Quecksilberchlorür	18,0	3,3
Schwefelquecksilber	1,0	6,3
Schwefels. Eisenoxydul	—	23,5
„ Thonerde	—	14,5
„ Kali	—	
„ Ammoniak	3,5	—
„ Kalk	1,0	0,9
Kohle	5,0	4,8
Freie Schwefelsäure	2,5	—
Wasser	2,5	—
Verlust	0,5	2,7.

Zinkstaub. 2) Zinkstaub, ein Gemenge von höchst fein zertheiltem metallischen Zink mit 8—10 % Zinkoxyd und oxydirten flüchtigen Metallen (Antimon, Arsen, Cadmium).

Ein im Zinkstaub häufig gefundener Gehalt an Chlor, Brom oder Iod [1]), an Zink oder Cadmium gebunden, rührt ohne Zweifel von den zur Reduction des Zinkoxydes angewandten Steinkohlen her, welche geringe Mengen von Chlor-, Brom- und Iodnatrium enthalten. Durch Zusammenpressen des Zinkstaubes bei erhöhter Temperatur nach Montefiore's Methode in thönernen Röhren lässt sich der grösste Theil des metallischen Zinkes gewinnen, und man kann dabei zu Borbeck an den Mündungen der Thonröhren Chlorcadmium oft lothweise in feinen hellen Krystallblättchen sammeln. [2])

Zinkstaub von Borbeck enthält nach Thum:

Zn	Fe	Pb	Cd As
97,82	0,16	0,23	0,08.

Legirungen. §. 116. Legirungen. Von der Constitution der Legirungen im Allgemeinen war S. 14 die Rede. Die zu denselben gehörigen nachfolgenden Zwischenproducte kommen nicht selten krystallisirt vor:

Goldh. Legir. 1) Goldhaltige. Legirungen, als Goldamalgam und silberhaltiges Gold [3]), güldisches Blei, Schwarz-

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 123.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 409.
3) Erdm., J. f. pr. Ch. Bd. 60. S. 454.

kupfer und Silber u. a. CROOKEWILL[1]) erhielt mit Gold ein Amalgam von der Zusammensetzung Au Hg^4.

2) Silberhaltige Legirungen, als: Silberh. L.

a) Blicksilber, mit geringen Mengen Pb und Cu, und zuweilen Sb, As und Ni. In den Höhlungen desselben bilden sich nicht selten octaëdrische Krystalle.[2]) Blicksilber von der Halsbrückner Hütte bei Freiberg enthielt nach LAMPADIUS: Blicksilb.

Ag	Pb	Cu	Ni
92,180.	4,210.	2,104.	0,600.

b) Silberamalgam, Waschbottichmetall, mit mehr oder weniger Cu, Sb, Zn, Pb etc. CROOKEWILL erhielt Verbindungen von Ag^5 Hg^6, Ag Hg^3, Ag Hg^3, Ag Hg^4. KOPECKI[3]) fand in den Behältern zur Aufnahme des Quecksilbers in Joachimsthal silberweisse, glänzende, vollkommen ausgebildete Amalgamkrystalle, Granatoide mit Combinationen, zum Theil nach der rhomboëdrischen Axe in die Länge gezogen. Festes Freiberger Amalgam enthielt nach KERSTEN: Silberamalgam

Ag	Hg	Cu	Pb	Zn	Sb	S
11,0	84,2	3,5	0,1	0,2	0,7	Spr.

c) Tellersilber (Anquicksilber, Amalgamirsilber, ausgeglühtes Silberamalgam) von fast erdartigem porösen, knolligen oder knospigen Ansehen, eine Verbindung des Silbers mit mehr oder weniger Cu, dann Pb, Au, Hg, Ni, Co, Fe, Zn, Sb, As etc., welche Bestandtheile durch Raffinirschmelzen zum Theil abgeschieden werden. Tellersilb.

Auf dem früheren Amalgamationswerke zu Halsbrücke bildeten sich beim Ausglühen des Amalgams von bleiischem Waschbottichmetall silberweisse, völlig ausgebildete Octaëder, eine Verbindung von Silber, Blei, Kupfer[4]) von der unter Nr. 9 angegebenen Zusammensetzung, an der unteren Seite und den Seitenflächen der Retorte abgelagert.

1) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 45. S. 87. LIEBIG's Jahresber. 1847/8. S. 393; VIII, 419.
2) GURLT, pyrogen. Min. S. 10.
3) HAIDINGER's Berichte etc. IV, 308. LEONH., Hütteuerzeugn. S. 340.
4) GURLT, pyrog. Min. S. 17.

Analysen von Freiberger Amalgamir- und Raffinatsilber:

No.	Ag	Hg	Cu	Pb	Fe	Ni	Sb	As	Au	S	Erden
1.	75,0	0,7	21,2	1,5	—	0,3	0,2	0,4	—	—	—
2.	21,58	—	15,20	52,48	9,85	—	—	—	—	—	—
3.	80,10	—	19,67	—	—	—	0,213	—	0,0156	—	—
4.	16,95	—	82,91	—	—	—	0,125	—	Spr.	—	—
5.	66,25	—	27,75	5,29	0,34	—	0,21	—	0,010	—	—
6.	14.82	—	45,00	0,34	33,85	—	0,31	0,08	—	0,10	0,37
7.	71,557	—	28,019	—	0,164	0,047	0,104	—	0,002	—	—
8.	11,98	—	86,50	—	1,2	—	0,3	—	—	—	—
9.	19,5	—	10,5	70,0	—	—	—	—	—	—	—

1) Freiberger Tellersilber, nach Lampad. 2) Desgl. bleireich, n. Kersten. 3) Gewöhnliches T., nach Lampad. 4) Waschbottichtellermetall, nach dems. 5) Unreines Rohmetall von der Amalgamation mit eisernen Kugeln, nach Leschner. 6) Unreines Tellersilber, nach dems. 7) Freiberger Raffinatsilber, nach Plattner. 8) Ausgeglühtes Waschbottichmetall (Waschbottichrohmetall), nach Kersten. 9) Krystallisirtes Silberbleikupfer, nach Plattner = $Pb^3 Ag + Pb^3 Cu$.

Werkblei.

d) Werkblei, eine Verbindung von Blei und Silber, meist mit geringen Mengen von Cu, Zn, Ni, Fe, Bi, Sb, As und S; der Legirung $Ag^5 Pb$ wird die Bildung von blumenkohlartigen Auswüchsen zugeschrieben, welche man oft beim Abtreiben gegen das Ende der Operation als Folge einer plötzlichen Abkühlung beobachtet.[1] Von der Vertheilung des Silbers im Werkblei war S. 15 die Rede. Zuweilen bildet das Werkblei octaëdrische Krystalle.[2]

Analysen von Werkblei:

	Pb	Cu	Fe	Zn	Sb	As	S	Ag
1.	95,97—99,00	0,40—0,76	0,28—2,96	—	0,20—3,46	—	—	0,11—0,18
2.	99,83	0,15	—	—	0,01	—	—	0,01
3.	98,85	0,05	—	0,16	0,50	—	—	—
4.	98,89	0,05	0,12	Spr.	0,33	—	—	—
5.	91,1	0,7	—	—	—	6,7	1,0	—
6.	—	1,0	0,4	1,5	0,4	2,2	—	0,9
7.	—	1,1	0,4	1,4	1,4	1,1	—	0,6
8.	—	1,5	0,4	1,5	1,5	3,1	—	0,6

1) Erdm., J. f. pr. Chem. Bd. 60. S. 455.
2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 112. Leonh., Hüttenerzeugn. S. 343. Hausm., Beitr. S. 3.

1) Oberharzer Werkblei nach JORDAN. 2) Oberharzer Rastofenwerkblei nach BRÜEL. 3 u. 4) Werkblei von Lautenthaler und Altenauer Hütte nach FRANKE und KUHLEMANN. 5) Werkblei von Pontgibaud. 6—8) Aelteres Werkblei von Freiberg, resp. aus Erzen, Bleistein und Schlacken.

e) Silberhaltiges Zink vom PARKES'schen Entsilberungsprozess. *Silberh. Zink*

3) Kupferhaltige Legirungen, als: *Kupferlegirungen.*

a) Schwarzkupfer, Rohkupfer, im rohen oder verblasenen Zustande (Verblasenkupfer) mit mehr oder weniger Fe, Pb, Ni, Co, Ag, Zn, Mo, As, Sb, S etc., zuweilen in deutlichen Octaëdern krystallisirt, häufig krystallinisch mit feinstänglicher Structur.[1]) Besonders zeigen solche Structur Schwarzkupfer vom Verschmelzen der Gaarschlacken auf Saigerhütte Grünthal, in welchen sich eine krystallinische Verbindung von Nickelkupfer[2]) erzeugt. *Schwarzkupfer.*

Analysen von Schwarzkupfer:

No.	Cu	Fe	Pb	Ag	Zn	Ni	Co	As	K	Ca	Mg	S
1.	95,45	3,50	—	0,49	—	—	—	—	—	—	—	0,56
2.	88,87	3,40	5,96	—		1,97 (Zn+Ni+Co)		—	—	—	—	—
3.	89,13	4,28	0,97	—		3,98		—	—	—	—	1,07
4.	92,83	1,38	2,79	0,26		1,05		—	—	—	—	1,07
5.	92,60	2,18	1,43	0,18	2,18	0,18	Kohle und Verlust = 0,10				—	1,15
6.	87,61	0,47	6,63	0,06	—	3,94 (Ni+Co)	Kohle und Verlust = 0,56				—	0,73
7.	69,04	0,52	8,31	—	—	19,35	—	—	—	—	Si=1,50	1,28
8.	83,29	1,66	0,31	0,06	—	3,28	Spr.	—	0,03	0,05	0,01	11,31
9.	92,24	1,41	0,89	0,10	—	4,15	Spr.	—	0,10	0,13	Spr.	0,98
0.	71,00	11,0	—	—	—	10,0	—	—	—	—	—	7,0
1.	69,50	6,70	6,00	0,50	2,0	8,3	1,8	3,5	Bi 1,00	—	—	Spr.
2.	49,50	2,07	42,66	0,41	0,37	—	—	3,0	Erden = 0,50			0,50
3.	64—70	1,51	19,30	1,39	0,98	3,20	Bi 0,27	1,85	Sb 1,01	—	—	0,30
4.	64—70	3,31	20,75	0,41	0,91	3,40	Bi 0,30	2,00	Sb 1,53	—	—	0,25
5.	95,70	2,90	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	0,8
6.	—	2,32	—	—	—	—	—	—	—	—	Si 0,39	0,45
7.	93,10	3,97	—	—	2,00	—	0,06	—	—	—	—	0,87
8.	99,24	0,11	—	—	—	0,26	—	Schlacke = 0,28		—	—	0,11
9.	99,44	0,12	—	—	0,02	0,30	—	—	—	—	—	0,12

1) [illegible] Miner. S. 11, 17.

No.	Cu	Fe	Pb	Ag	Zn	Ni	Co	As	K	Ca	Mg	S
20.	96,80	0,09	—	—	—	1,61	—	Schlacke = 0,14		—	—	1,[illegible]
21.	86,5	Fe, Mn u. Ni = 3,2			—	—	—	1,8	Sn 0,7	—	—	6,[illegible]
22.	92,5	Fe, Ni, Co u. Mn = 1,6			—	—	—	0,4	Sn 0,2	—	—	4,8
23.	—	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3
24.	—	0,7	—	—	—	0,3		0,4	—	—	—	0,2
25.	—	0,7	—	—	—	0,9		0,8	—	—	—	0,1
26.	99,4000	—	—	0,1000	—	Au = 0,0008		—	Bi = 0,1440			0,3
27.	94,60	4,90	Ġu 0,60	Schlacken 0,59			—	—	—	—	—	—
28.	9,99	83,33	Mn 2,91	C 3,09	—	Si 0,98		—	—	—	—	—
29.	86,31	0,01	0,01	—	—	13,60	Spr.	—	—	Sb 0,03	—	Spr.
								Zn	Mn	Sb		
30.	—	0,386	53,195	0,178	—	0,879		3,537		0,084	—	2,[illegible]
31.	—	0,668	18,019	0,091	—	2,205	0,084	1,785		0,091	—	0,9[illegible]
32.	—	0,044	6,843	—	—	0,988	0,043	0,449	0,416	0,093	—	—
33.	80,01	1,40	10,06	0,24	Sb = 8,10		—	—	—	—	—	—
34.	79,50	1,57	11,40	0,21	„ = 6,41		—	—	—	—	—	—
35.	77,17	2,85	11,10	0,49	„ = 0,23		—	—	—	—	—	—
36.	86,60	7,40	—	0,25	„ = 5,30		—	—	—	—	—	—

1—7) Mansfelder Schwarzkupfer: 1) nach Berthier. 2) Nach Lade. 3) Nach Hoffmann. 4) Nach Ebbinghaus. 5) Rückstandsschwarzkupfer. 6) Krätzschwarzkupfer. 7) Desgleichen, nach Baumann. 8—10) Riechelsdorfer Schwarzkupfer: 8) Oberste Scheibe, nach Genth. 9) Unterste Scheibe, nach dems. 10) Krätzschwarzkupfer, nach Wille. 11 bis 14) Freiberger Schwarzk.: 11) Nach Lampadius. 12) Von Halsbrückner Hütte, nach Leschner. 13) Ebend., nach Lampadius. 14) Von Muldener Hütte, nach Lampadius. 15) Schwarzk. von Chessy, nach Berthier. 16) Flammofenschwarzk., ebend. 17) Schwarzk. von Gilsaahütte in Lappland, nach Stromeyer. 18—19) Flammofenschwarzk. von Kaafjord in Lappland, nach Stromeyer. 20) Desgl., Blasenkupfer. 21) Waleser Flammofenschwarzk. von der Darstellung des weissen und rothen Steins aus Schlacken, nach Le Play. 22) Desgl. von Darstellung des Metallsteins (regule). 23) Desgl. von Schlacken und Metallstein. 24) Desgl. von Extrastein. 25) Desgl. aus Schwarzkupfern der Extraarbeit. 26) Aus Südaustralien, nach Levol. 27) Schwarzk. von Perm, nach Coubine. 28) Kupferiges Roheisen, ebend. 29) Nickelkupfer enthaltende Schwarzkupferscheibe von der Saigerhütte Grünthal, nach Gurlt, im Wesentlichen Cu⁶

Ni. 30) Altenauer Bleisteinschwarzkupfer vom ersten Durchstechen, nach Hahn. 31) Desgl. vom zweiten Durchstechen. 32) Verblasenkupfer von Kiehnstöcken der durch Saigern entsilberten Altenauer Bleisteinschwarzkupfer nach Hahn (B. u. h. Ztg. 1861. Nr. 7 u. 8). 33—35) Bleiische Schw. von Tajowa. 36) Bleifreies Schw. ebend. (Oesterr. Ztschr. 1861. S. 65.)

b) Frischstücke, eine Legirung von Cu, Pb und Ag, mit geringen Mengen anderer Metalle, entstanden beim Zusammenschmelzen silberhaltiger Kupfer mit Blei (Kupferfrischen). Frischstü

In einem Oker'schen Kupferfrischofen hatte sich die Legirung in die Ofensohle gezogen und in der Masse Kupfer krystallisirt ausgeschieden.[1])

c) Kiehnstöcke, der Rückstand vom Saigern der Frischstücke, entsilbertes Kupfer mit Blei und geringen Mengen anderer Metalle, nach Karsten im Wesentlichen Cu^{12} Pb. Nach Hahn[2]) enthielt ein Kiehnstock von der Altenauer Bleisteinkupferarbeit (Krätzarbeit) an fremden Bestandtheilen: Kiehnstö

Pb	Fe	Ag	Ni	Co	Zn	Mn	Sb	S
25,769	0,172	0,011	1,495	0,269	1,382	1,559	0,088	0,559.

4) Zinnhaltige Legirungen, welche sich beim Saigern des Zinnes auf Heerden oder in Flammöfen bilden, gewöhnlich Zinn mit Fe und geringen Mengen Pb, Co, Wo, As. Zinnhalt Legirung

Nr.	Sn	Fe	Pb	C und Schlacken	Cu	C
1.	73,0	14,5	9,9	—	—	—
2.	39,6	53,6	—	7,4	—	—
3.	82,5	16,5	0,5	—	—	—
4.	80,890	17,757	—	—	0,990	0,963.

1) Zinn vom Ende der Saigerung im Flammofen zu Piriac, nach Berthier. 2) Eisenhaltige Legirung, welche auf dem Zinne schwimmt, wenn man die Schlacken aus den Flammöfen und Krummöfen umschmilzt, ebendaher. 3) Auf der Sohle des Flammofens nach der Saigerung zurückblei-

1) Leonh., Hüttenerz. S. 41.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 73.

bende Legirung, ebendaher. 4) Eisenhaltiges Zinn, zu Altenberg in Sachsen beim Verschmelzen von Zinnschlacken zugleich mit zinnhaltigen Eisensauen gefallen, gestrickte federartige Krystalle, Zinn-Viertel-Kohleneisen, im Wesentlichen $9\,Sn + Fe^4\,C$ nach PLATTNER (B. u. h. Ztg. 1854. S. 303). Letzterer fand auch auf der Antonshütte beim Verschmelzen zinnhaltigen Kupferkieses eine Legirung von Zinn mit Kupfer (LEONH., Hüttenerzeugn. S. 399).

Steinbildung.

§. 117. **Schwefelungen (Steine, Leche).** Die mit dem Namen Steine, Leche bezeichneten Schwefelungen gehören zu den wichtigsten und häufigsten Zwischenproducten, welche bei Hüttenprozessen fallen, weil die meisten darzustellenden Metalle im geschwefelten Zustande in den Erzen vorkommen. Dieselben gehen entweder bei unvollständiger Zerlegung der Schwefelmetalle (S. 18) als unvermeidliche Nebenproducte hervor (die meisten Bleisteine), oder sie werden absichtlich erzeugt. In letzterem Falle sollen sich in dem Stein gewisse Metalle — in Folge ihrer Verwandtschaft zum Schwefel — ansammeln, während andere entweder im oxydirten Zustande mit anwesenden Erden verschlackt werden (Verschmelzen geschwefelter Kupfererze auf Rohstein, Concentration der Kupfersteine, Verschmelzen nickelhaltiger Schwefelkiese auf Stein und silberarmer erdiger Erze mit Schwefelkies) oder gleichzeitig auch gewisse Stoffe im metallischen Zustande ausgeschieden werden (Verschmelzen kupferkiesiger Bleiglanze mit Eisen oder im gerösteten Zustande, Durchstechen von gerösteten Kupferbleisteinen mit oder ohne Zuschlag von Eisen). Behuf einer solchen richtigen Lechbildung muss der Hüttenmann vor Allem die Verwandtschaft der Metalle zum Schwefel berücksichtigen und für das Vorhandensein einer gewissen Menge Schwefel in der Beschickung und im Leche Sorge tragen.

Constitution der Leche.

Man sah die Leche früher als zufällige Gemenge von verschiedenen Schwefelmetallen an. Zur Kenntniss ihrer Zusammensetzung und Bildungsart haben hauptsächlich BREDBERG und in neuerer Zeit PLATTNER und RAMMELSBERG beigetragen. BREDBERG [1]) gebührt das Verdienst, BERZELIUS'

1) ERDM., Journ. f. ök. Ch. V, 235; XII, 287. POGG., Ann. XVII, 268. KARST., Arch. 1. R. VI, 93.

Lehre von den Schwefelsalzen, sowie die von MITSCHERLICH über den Isomorphismus mit Glück auf die bei Schmelzprozessen entstehenden Schwefelungen angewandt und gezeigt zu haben, dass dieselben (manche Steine, Ofenbrüche und Röstproducte) analog manchen in der Natur vorkommenden einfachen Schwefelungen oder Schwefelsalzen, in denen vicariirende Bestandtheile auftreten, zusammengesetzt sind (Bleiglanz, Zinkblende, Kupferglanz, Magnetkies, Schwefelkies, Realgar, Auripigment, Antimonglanz, Kupferkies, Manganglanz etc.). Dieselben haben meist einen geringeren Metallglanz, als die natürlich vorkommenden Schwefelungen gleicher Zusammensetzung, sind porös, je nach ihren Bestandtheilen verschieden gefärbt, meist grau bis schwarz, seltener von speiss- oder messinggelber Farbe, mit mehr oder weniger ausgeschiedenen metallischen Partien. Sie laufen rasch an und überziehen sich bei längerem Liegen oberflächlich wohl mit einer Schicht von Oxyden oder kohlensauren Salzen (Kupfersteine mit kohlensaurem Kupferoxyd).

Zur Aufstellung einer chemischen Formel [1]) für die

---

1) Beispiele für die Aufstellung einer chemischen Formel: 1) für einen Freiberger Rohstein von kiesigen Erzen, nach PLATTNER's Analyse:

S 26,702

Fe 57,781	bedürfen	16,51 S	zur	Bildung	von	$\dot{Fe}$
Pb 4,996	„	0,38 S	„	„	„	$\dot{Pb}$
Cu 4,416	„	1,12 S	„	„	„	$\dot{Cu}$
Zn 2,618	„	1,58 S	„	„	„	$\dot{Zn}$
Ni 1,312	„	0,71 S	„	„	„	$\dot{Ni}$
Ag 0,086	„	0,01 S	„	„	„	$\dot{Ag}$
As 0,240	„	0,15 S	„	„	„	$\dddot{As}$
98,151		20,16 S				

Hiernach bleiben noch 26,702 — 20,16 = 6,542 S über, welche ohne Zweifel an Eisen gebunden sind, so dass also demselben zusammen 16,51 + 6,542 = 23,052 S angehören.

ermitteln, in welchen Schwefelungsstufen das Eisen auf-
man durch Division der vorhandenen Schwefel- und
die betreffenden Atomgewichte (Fe = 28, S = 16)
Verhältnisse beider, nämlich:

Steine ist es erforderlich, aus der Analyse auf bekannte Weise den Schwefelungszustand zu bestimmen, in welchem die einzelnen Metalle in den Steinen enthalten sind, und bei derartigen Untersuchungen fand BREDBERG ganz neue Species von Schwefelverbindungen auf. Bezeichnet man mit R das betreffende Metall, so kommen nach BREDBERG folgende Schwefelungsstufen in den Steinen vor:

$$\dot{\mathrm{R}} = \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e},\ \dot{\mathrm{A}}\mathrm{g},\ \dot{\mathrm{N}}\mathrm{i},\ \dot{\mathrm{C}}\mathrm{o},\ \dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n},\ \dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$$

$$\dot{\bar{\mathrm{R}}} = \dot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e},\ \dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u},\ \dot{\bar{\mathrm{P}}}\mathrm{b}$$

$$\dddot{\bar{\mathrm{R}}} = \dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e},\ \dddot{\mathrm{S}}\mathrm{b},\ \dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}.$$

Unter Annahme solcher Schwefelungsstufen lassen sich die Steine als bestimmte chemische Verbindungen oder auch als Gemenge mehrerer solcher Verbindungen betrachten und nach BREDBERG in folgende Classen bringen:

$$\text{für Fe} = \frac{57{,}781}{28} = 2{,}349 = 1{,}6$$

$$\text{für S} = \frac{23{,}052}{16} = 1{,}441 = 1.$$

Es sind demnach nahe 3 Atom Fe mit 2 Atom S verbunden, was der Formel $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\,\dot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$ entspricht. Da nun wahrscheinlich mit dem $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ isomorph sind: $\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}$, $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{i}$, $\dot{\mathrm{A}}\mathrm{g}$ und mit dem $\dot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$ isomorph: $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$, $\dot{\bar{\mathrm{P}}}\mathrm{b}$, so entsteht für den Rohstein die Formel ($\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, $\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}$, $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{o}$, $\dot{\mathrm{A}}\mathrm{g}$) ($\dot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$, $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$, $\dot{\bar{\mathrm{P}}}\mathrm{b}$) mit geringen Mengen von $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}$.

2) für einen Unterharzer Rohstein von Kupfererzen, nach KERL's Analyse:

S	23,98			
Cu	61,66	erfordern	15,56 S	zur Bildung von $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$
Fe	11,89	„	6,78 S	„ „ „ $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$
Ni	1,16	„	0,63 S	„ „ „ $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{i}$
Pb	1,37	„	6,21 S	„ „ „ $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$
	100,06		23,18 S	

Es verhalten sich demnach die auf Cu und die übrigen isomorphen Metalle (Fe, Ni, Pb) zu vertheilenden Schwefelmengen wie 15,56 : 7,62 = 2 : 1. Da nun 1 Atom $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$ 1 Atom S und 1 Atom $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ 1 Atom S enthält, so sind 2 Atom $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}$ mit 1 Atom $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ verbunden und die chemische Formel ist = ($\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{i}$, $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}$) $\dot{\bar{\mathrm{C}}}\mathrm{u}^2$.

1. Classe $= \dot{R}\,\dot{\bar{R}}^n$

2. „ $= \dot{R}\,\dot{\bar{R}}$

3. „ $= \dot{R}^n\,\dot{\bar{R}}$,

wo n eine einfache ganze Zahl bezeichnet, der Schwefelgehalt in engen Grenzen bleibt, die relative Quantität der Metalle nach den Gesetzen des Isomorphismus aber bedeutend variiren kann.

Nicht selten gehen in obige Verbindungen noch Schwefelmetalle von der Zusammensetzung $\dddot{\bar{R}} = \dddot{\bar{F}}e$, $\dddot{\bar{A}}s$, $\dddot{\bar{S}}b$ ein, und es gestalten sich dann die Formeln ganz allgemein wie folgt:

1. Classe $= x\,\dot{R}\,\dot{\bar{R}}^n + \dot{\bar{R}}^n\,\dddot{\bar{R}}$

2. „ $= x\,\dot{R}\,\dot{\bar{R}} + \dot{\bar{R}}^n\,\dddot{\bar{R}}$

3. „ $= x\,\dot{R}^n\,\dot{\bar{R}} + \dot{\bar{R}}^n\,\dddot{\bar{R}}$.

Zu den Steinen der **ersten Classe** gehören z. B. der **Rohstein** vom Verschmelzen silberarmer kiesiger Erze $= \dot{F}e\,\dot{\bar{F}}e^n$, verbunden mit mehr oder weniger $\dot{P}b$, $\dot{Z}n$, $\dot{C}o$, $\dot{N}i$, $\dot{A}g$, $\dot{\bar{C}}u$, $\dddot{\bar{S}}b$, und zuweilen gemengt mit $(Fe, Ni, Co)^4 As$; **Nickelsteine** vom Verschmelzen nickel- und kupferhaltiger Schwefel- und Magnetkiese $= (\dot{F}e, \dot{N}i, \dot{C}o)\,(\dot{\bar{C}}u, \dot{\bar{F}}e)^n$, zuweilen mit Ausscheidungen von Ni^2Fe; die **Bleisteine** vom Verschmelzen gerösteter silberhaltiger Bleierze $= \dot{F}e\,(\dot{\bar{F}}e, \dot{P}b, \dot{\bar{C}}u)^n$ verbunden mit mehr oder weniger $\dot{Z}n$, $\dot{C}o$, $\dot{N}i$, $\dot{A}g$, $\dddot{\bar{S}}b$, öfters auch gemengt mit $(Fe, Ni, Co)^4 As$; manche Steine von dem Verschmelzen des Kupferkieses, Buntkupfererzes, Kupferglanzes, z. B. **Mansfelder Steine**, **Kupferconcentrationssteine**, sowie die **Dünnsteine** $= \dot{F}e, \dot{\bar{C}}u^2$, mit mehr oder weniger $\dot{Z}n$, $\dot{A}g$, $\dot{P}b$, $\dot{\bar{F}}e$ und der Form $(\dot{F}e, \dot{Z}n, \dot{P}b) + (\dot{\bar{C}}u, \dot{\bar{F}}e)^2$. Nach STAPFF[1]) deuten viele Erscheinungen beim Schmelzen darauf hin, dass man Steine von der Zusammensetzung $x\,\dot{\bar{R}} + y\,\dot{R}$, worin $R = Fe, Ni, Zn$, weniger Cu und nicht Pb, mit Recht als $(x + y)\,\dot{R} + x\,R$ betrachten darf.

[1]) 1860. S. 299.

Zur zweiten Classe gehören z. B. manche Kupferrohsteine von der Kupferkiesarbeit, welche entweder aus $\dot{Fe}\,\dot{\overline{Cu}}$, oder aus $\dot{\overline{Cu}}$, $\dot{\overline{Fe}}$ und $\dot{Fe}$ in veränderlichen Verhältnissen bestehen und noch mit anderen Schwefel- und Arsenmetallen verbunden sind, als $\dot{Pb}$, $\dot{Zn}$, $\dot{Ag}$, $\dddot{\overline{Sb}}$ und $(\dot{Ni}, \dot{Co})^4 \overline{As}$ (Fahluner Kupferstein); manche Bleisteine (von Fahlun, Sala, vielleicht auch vom Oberharze), namentlich von gerösteten, mit Schwefelkies gemengten Bleiglanzen, welche mit Zuschlägen von gerösteten Schwefelkiesen oder Rohsteinen beschickt sind, häufig: $(\dot{Fe}, \dot{Zn})$ $(\dot{\overline{Cu}}, \dot{\overline{Pb}}, \dot{\overline{Fe}})$.

Zur dritten Classe, als der schwefelreichsten, gehört der Rohstein der Silberhütte von Sala = $\dot{R}^3\dot{\overline{R}}$. Ausserdem bilden sich solche Schwefelungen beim Verschmelzen der Steine der zweiten Classe mit Schwefelkies; auch bleiben sie wohl beim Rösten der Kupfersteine als grünlichgelbe, kupferkiesähnliche Kerne zurück.

teinbildung. In Betreff der Bildung (S. 17) und Zusammensetzung der Steine ist noch Manches aufzuklären; die Kenntniss der allgemeinen Gesetze der Mechanik, Chemie und Physik umfasst noch nicht die Theorie der oft verwickelten Vorgänge bei der Steinbildung, namentlich ist noch nicht gehörig erforscht, welchen Einfluss die den Gegenstand einer metallurgischen Behandlung ausmachenden natürlichen Schwefelungen und die übrigen damit verarbeiteten Substanzen auf einander äussern, auf welche Art sich verschiedene Schwefelmetalle zu Schwefelsalzen vereinigen und sich ersetzen, und in welcher Ordnung sich die Metalle mit Schwefel zu sättigen streben.

Fournet's[1]) Gesetz über die Verwandtschaft der Metalle zum Schwefel hat zur Kenntniss des letzteren Punctes wesentlich beigetragen (S. 30). Dasselbe erleidet aber Modificationen, sobald neben Schwefel auch Antimon oder Arsen in den Schwefelungen vorkommt, so wie auch dadurch, dass nach diesem Gesetze gebildete electropositive Schwefelungen das Bestreben haben, sich mit electronegativen zu Schwefelsalzen zu vereinigen, welche einer weiteren Zerlegung durch

1) Erdm., Journ. f. pr. Ch. II, 129.

ein anderes Metall widerstehen (Bleisteine der Zerlegung durch Eisen). Während Arsen die grösste Verwandtschaft zu Nickel, Kobalt und Eisen besitzt, vereinigt sich Antimon lieber mit Blei, Silber und Gold. (Verschmelzen geschwefelter Kupfer- und Nickelerze mit Arsen auf Kupferstein und Nickelspeise.) Ueber die Vertheilung des Silbers in Lechen hat MARKUS [1]) wichtige Beobachtungen gemacht.

Manche Sulphurete [2]), welche sich durch Salzsäure allein nicht zersetzen lassen, zerlegen sich nach ULRICH bei gleichzeitiger Anwendung von Eisen.

Nach PLATTNER ist über die Bildung der Steine im Allgemeinen Nachstehendes zu bemerken:

1) auf einer höhern Schwefelungsstufe stehende Metalle geben beim Schmelzen unter Entweichen von Schwefel ein Schwefelmetall von einer niedrigeren Schwefelungsstufe. Bei langsamem Schmelzen unter Zutritt von Gebläseluft wird öfter ein Theil desselben völlig entschwefelt, das Metall wird frei und entweicht entweder dampfförmig oder bleibt als Oxyd oder im regulinischen Zustande zurück. Bei Gegenwart von Kohle wird auch das Schwefelmetall unter Bildung von Schwefelkohlenstoff entschwefelt. Das Metall scheidet sich entweder regulinisch ab oder vermengt sich mit dem unzersetzt bleibenden Schwefelmetalle. Werden die Schwefelungen rasch eingeschmolzen, so bleibt ein Theil der höheren Schwefelungen unzerlegt und mit der Hauptmasse der zersetzten niedrigeren Schwefelungsstufe gemengt.

2) Enthalten die Erze mehrere höher geschwefelte Metalle, so geben diese beim Schmelzen eine Verbindung neuer Schwefelmetalle von niedrigerer Schwefelungsstufe.

3) Beim Zusammenschmelzen höher geschwefelter Metalle mit regulinischen Metallen werden letztere von ersteren aufgenommen und es entstehen niedrigere Schwefelungsstufen; schmilzt man dagegen Metalle mit einer niedrigeren Schwefelungsstufe eines Metalles zusammen, so scheidet sich gewöhnlich ein Theil des mit dem Schwefel verbundenen Metalles aus.

---

1) Oesterr. Ztschr. 1855. S. 394; 1856. S. 105.

2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 13.

4) Beim Verschmelzen silber- und kupferarmer, aber schwefelzinkreicher, kiesiger Erze in geröstetem und ungeröstetem Zustande und mit passenden Zuschlägen in einem Schachtofen mit offener Brust wird — wenn man den Gebläsestrom in horizontaler Richtung in den Schmelzraum treten lässt, und während daselbst bei hinreichend hoher Temperatur eine Zerlegung des Schwefelzinks durch den Kohlenstoff des damit in Berührung kommenden Brennmaterials in Zink und Schwefelkohlenstoff erfolgt — das Zink dampfförmig unterhalb der Ofenbrust ins Freie getrieben und es erfolgt ein Rohstein = $\dot{\text{F}}\text{e}\,(\dot{\text{F}}\text{e}, \dot{\text{C}}\text{u})^n$, welcher selten über 3 % Zink erhält.

Beim Verschmelzen derselben Beschickung im Flammofen dagegen wird ein sehr zinkreicher Stein entstehen, dessen weitere Verarbeitung Schwierigkeiten verursacht. Zur Abscheidung des Zinkgehaltes bedarf es jedoch nur eines Zuschlages von Cokespulver, welches das im gerösteten Kiese enthaltene Eisenoxyd theilweise reducirt. Das Eisen entschwefelt das Zink und letzteres wird verflüchtigt.[1])

5) Zur Lechbildung bedient man sich als schwefelhaltigen Zuschlages, wenn der Eisengehalt des Schwefelkieses schädlich wirkt oder wenn solcher gar nicht zu haben ist, gewisser schwefelsaurer Salze, z. B. des Schwerspaths (S. 169), des Glaubersalzes (S. 171) etc. So wird z. B. Freiberger Spurstein geröstet, mit Quarz und Schwerspath im Flammofen verschmolzen und das bei der Augustin'schen Silberextraction erfolgende Glaubersalz als Auflösungsmittel zur Schmelzarbeit gegeben. Zuweilen entstehen bei Anwesenheit von Schwerspath in den zu verschmelzenden Erzen und Producten Leche[2]), die entweder nutzbar sind, oder, im Wesentlichen aus Schwefelbarium bestehend, wegen ihres geringen specifischen Gewichtes sich zwischen Stein und Schlacke absetzen, die Trennung beider erschweren und, weil sie nutzbares Metall aufnehmen, zu bedeutenden Metallverlusten in den Schlacken führen (Verschmelzen schwer-

---

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 81.

2) Nolte, Kupfersteinbildung beim Verschmelzen kupfer- und schwerspathhaltiger Bleiweisskrätze: B. u. h. Ztg. 1860. S. 184.

ltiger Blei-[1]) und Kupfererze). In ähnlicher Weise stö-
nd wirken die beim Verschmelzen zinkblendehaltiger Erze
tstehenden Schaumsteine oder Skumnas (S. 468).

Im Allgemeinen sind die Steine so leichtflüssig, dass
im Beschicken auf ihre Schmelzbarkeit keine besondere
icksicht genommen zu werden braucht, nur ein Schwefel-
ıkgehalt macht sie strengflüssig. Dieselben enthalten zu-
ilen Metalle (Kupfer in Kupfersteinen) oder Legirungen
. B. Nickelsteine $Ni^2 Fe$) mehr oder weniger krystallinisch,
arförmig etc. eingeschlossen.

Krystallisirte Röstproducte von Steinen

Nicht selten erscheinen die Steine krystallisirt, und es
tstehen beim Rösten derselben oder geschwefelter — Anti-
on, Arsen etc. enthaltender — Erze krystallinische und
ystallisirte Röstproducte, und zwar:

Metalle.

a) Metalle, z. B. Kupfer (S. 74, 708) beim Kernrösten
n Erzen und Kupfersteinen etc.; Blei saigert beim Rösten
bildeten Unterschwefelbleies (S. 18) aus, wenn man letzteres
zu einem gewissen Grade abkühlt; Silber haarförmig
im Rösten von Rohstein (S. 713).

Schwefelmetalle.

b) Schwefelmetalle, z. B. Schwefelblei durch
blimation von Bleiglanz beim Rösten von Bleierzen und
eisteinen in Ober- und Unterharzer Rösthaufen[2]);
hwefelkupfer in Unterharzer Kupfersteinrösten[3]);
upferkies durch Kernröstung in Okerschen Kupfererz-
sten[4]); Schwefelkies in Röstesohlen am Unterharz[5]);
ealgar und Auripigment (S. 728); Buntkupfererz
rch Kernröstung zu Agordo[6]) etc.

Oxyde.

c) Oxyde, als: arsenige Säure (S. 727); Antimon-
cyd beim Rösten antimonhaltiger Blei- und Kupfererze;
upferoxydul beim scharfen Abrösten von Kupfersteinen,
B. im Mansfeldschen[7]); Kupferoxyd, durch Zersetzung

1) Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 371.
2) Ulrich in der B. u. h. Ztg. 1854. S. 98; 1859. S. 245. Kerl, Oberharz. Hüttenproz. 1860. S. 421. Plattner's Röstprozesse S. 200.
3) B. u. h. Ztg. 1854. S. 111.
4) B. u. h. Z. 1854. S. 99. Hausm., neue Beitr. S. 9. Leonh., Hüttenerz. S. 91.
5) B. u. h. Ztg. 1854. S. 98. Leonh., Hüttenerz. S. 357.
6) Leonh., Hüttenerz. S. 94.
7) Gurlt, pyrogen. Min. S. 43.

von Chlorkupfer mittelst Wasserdämpfen erzeugt; in rhombischen, verzerrten Krystallen in der Herdsohle eines Freiberger Flammofens, welcher zum Rösten der Kupfersteine mit Kochsalz behuf der AUGUSTIN'schen Silberextraction gedient hatte; Mennige in Oberharzer Bleisteinrösten; Eisenoxyduloxyd (Magneteisenstein) beim Rösten von Spatheisenstein [1]), von Bleisteinen zu Okerhütte [2]); Zinkoxyd [3]) bildet sich zuweilen in feinen, schwach gelblichgrün gefärbten Nadeln im gerösteten Kupferschiefer, durch Reduction des beim Rösten von Blende entstandenen Zinkoxyds durch Kohlenoxydgas und nachherige Oxydation des verflüchtigten Zinks gebildet.

[...]phate. d) Schwefelsaure Salze [4]) von Blei-, Eisen-, Kupfer- und Zinkoxyd. Der Bleivitriol [5]) tritt bald in traubiger und getropfter Gestalt, bald in zarten Blättchen und dünnen Nadeln hervor, bald bildet er Pseudomorphosen nach Bleiglanz, welche Blätterdurchgänge und Form desselben zeigen.

e) Chloride. Zu Altwasser in Ungarn bilden sich beim Rösten quecksilberhaltiger Fahlerze in Stadeln schöne Zwillingskrystalle von Calomel [6]), indem die Asche des Brennmaterials das Chlor liefert, und zwar dringen die Calomeldämpfe, wenn ihnen der Ausweg nach oben versperrt ist, in die Steine und Schlacken auf dem Boden der Röststätten ein.

Analysen von Steinen.

1) Rohsteine vom Verschmelzen silberarmer kiesiger Erze und Concentrations- oder Anreichleche.

[...]o.	Fe	Pb	Cu	Zn	Ag	Ni	Sb	As	S	Ši	C	Ċa	Ṁg	Äl	A[...]
[...]1.	58,00	12,25	2,00	3,00	0,14	—	—	2,00	18,75	—	—	—	—	—	—
[...]2.	66,41	6,48	1,50	0,60	0,15	—	—	5,56	19,27	—	—	—	—	—	—
[...]3.	62,35	5,22	1,26	—	0,10	—	—	10,28	19,34	—	—	—	—	—	—

1) LEONH. Hüttenerz. S. 93. GURLT, pyrogen. Min. S. 51.
2) HAUSM., neue Beitr. S. 11. PLATTNER's Röstpr. S. 204.
3) PLATTNER's Röstprozesse S. 218. HAUSMANN's Beitr. S. 14.
4) B. u. h. Ztg. 1845. S. 99, 287. LEONH., Hüttenerz. S. 90, 92. KERL, Oberh. Hüttenprozesse. 1860. S. 421. KERL, Unterh. Hüttenproz. 1861. S. 175.
5) HAUSM., Beitr. S. 46, 48.
6) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1852. S. 148. GURLT, pyrog. Min. S. 55.

	Pb	Cu	Zn	Ag	Ni	Sb	As	S	$\dddot{S}i$	C	$\dot{C}a$	$\dot{M}g$	$\dddot{A}l$	Au
	3,55	1,75	—	0,18	—	—	7,12	20,80	—	—	—	—	—	—
	6,21	1,65	0,56	0,18	—	—	5,60	18,98	—	—	—	—	—	—
:	6,02	1,80	1,40	0,18	—	—	2,50	19,01	—	0,21	—	—	—	—
	2,50	3,50	6,10	Spr.	—	Spr.	—	17,00	—	—	—	—	—	—
	2,30	3,40	6,20	0,16	—	—	—	17,80	0,41	0,21	—	—	—	—
13	8,863	3,273	1,381	0,151	0,515	0,194	1,248	26,487	—	—	—	—	—	—
58	6,828	5,428	3,633	0,086	1,101	0,274	0,387	27,042	—	—	—	—	—	—
31	4,996	4,416	2,618	0,086	1,312	—	0,240	26,702	—	—	—	—	—	—
41	3,661	3,326	0,667	0,065	0,524	0,583		27,652	—	—	—	—	—	—
10	5,489	5,587	4,774	0,200	0,525	0,032		22,489	2,665	—	—	—	—	—
20	6,460	4,000	3,000	0,117	—	—		19,963	—	—	—	—	—	—
92	5,80	3,01	0,20	—	Mn—2,11	—	Spr.	20,98	—	—	—	—	—	—
20	3,64	6,51	7,89	0,1108	—	1,53		28,23	—	—	2,03	0,76	—	0,0034578
39	2,45	5,00	6,30	0,1261	—	Spr.		36,97	—	—	—	—	—	0,0041
00	4,82	3,59	5,48	0,09153	Mn8,21	6,02	Spr.	27,85	2,85	—	0,90	1,00	3,20	6,003
85	0,70	8,40	0,13	0,31508	—	—	—	22,26	—	—	0,56	0,33	3,66	0,006382

1—15) Freiberger Rohsteine: 1) Nach LAMPADIUS. 2) Nach LESCHNER. 3) Nach MERBACH. 4) Nach VIEBEG. 5) Nach SCHAFF. 6—8) Nach KERSTEN. 9) Erzrohstein von Muldener Hütte, bei kaltem Winde erzeugt, n. PLATTNER. 10) Schlackenrohstein aus alten Haldenschlacken bei heissem Winde erzeugt, nach dems. 11) Desgl. 12) Desgl., nach CONRAD. 13) Concentrationsstein vom Concentriren des zugebrannten Rohsteins im Flammofen, nach CONRAD. 14) Rohstein von der Geschurarbeit, n. FRITZSCHE. 15) Rohstein von Amalgamirrückständen, nach KERSTEN.

Nach PLATTNER bestehen diese Rohsteine vorzugsweise aus $\dot{F}e\,(\dot{F}e, \dot{C}u)^n$, nach RAMMELSBERG entsprechen sie dem Ausdrucke $\dot{R}^2\dot{R}$ oder $\dot{R}^3\dot{R}^2$, wo $\dot{R} = \dot{F}e, \dot{Z}n, \dot{A}g, \dot{P}b$ und $\dot{R} = \dot{F}e, \dot{C}u, \dot{P}b$.

16—19) Schemnitzer Leche: 16, 17 und 18) Rohlech nach v. SZAMEIT, HAUCH und TROMPLER. 19) Anreichlech nach SCHMIDT. (Oesterr. Ztschr. 1856 S. 290, 370.)

Analysen von geröstetem Freiberger Rohstein.

No.	$\dot{F}e, \dddot{F}e$	$\dot{P}b$	$\dot{C}u$	$\dot{Z}n$	Ag	$\dddot{S}i$	$\dddot{S}$	$\dddot{A}s$	$\dddot{S}b$	S
1.	78,010	9,123	3,180	2,200	0,190	Spr.	2,700	2,720	1,460	0,921
2.	88,86	3,31	1,56	2,00	0,07	—	2,23	1,25	—	0,25
3.	81,66	2,71	Spr.	0,10	4,80		2,07	8.34	—	Spr.

1) Nach LAMPADIUS. 2) Nach LESCHNER. 3) Nach WINKLER.

steine von Roharbeit Kupfererzen.

2) Rohsteine vom Verschmelzen von Kupfererzen.

a) im Schachtofen.

No.	Cu	Fe	Zn	Ni	Co	Mn	Pb	Ag	S	$\bar{S}$i	Vd
1.	23,58	38,42			5,67			—	32,00	—	–
2.	31,70	28,75	4,35	1,25		—	0,65	0,16	27,80	1,65	–
3.	48,25	17,35	2,90	0,80		—	1,05	0,30	24,58	1,55	–
4.	42,10	19,25	5,20	1,05		—	1,50	0,27	25,50	1,15	–
5.	43,62	23,35				—	—	—	28,70	—	–
6.	52,44	20,49	—	—		—	0,41	0,13	26,44	—	–
7.	47,27	19,69	—					—	26,76	—	–
8.	58,60	13,20	—	—		—	—	—	23,20	0,6	–
9.	8,32	62,26	1,23	—		—	—	—	26,35	0,51	–
10.	8,85	60,29	1,09	—		—	Spr.	0,61	26,07	1,78	–
11.	9,81	58,14	1,44	—		—	0,58	—	26,70	1,95	–
12.	12,00	55,85	2,92	—		—	3,96	—	24,62	0,20	–
13.	42,95	27,08	—	0,5[illegible]		—	1,21	—	28,29	0,44	–
14.	43,81	24,96	—	1,1[illegible]		2,33	0,87	0,09	26,57	0,96	–
15.	27,00	40,00	—	—		—	—	—	25,00	8,00	–
16.	3,10	58,50	2,30	Sb-1,40	As 5,30	—	9,20	0,20	17,00	—	--
17.	61,66	11,89	—	1,16		—	1,37	—	23,98	—	–
18.	61,86	11,14	—	2,09	—	—	—	—	24,32	—	–
19.	57,62	16,94	—	—	—	—	—	0,06	24,26	0,51	–
20.	13,53	54,78	1,91	—	—	—	—	—	29,75	—	–
21.	50,080	28,081	—	Al=0,480	Mg 0,367	Ca 0,607	—	—	16,18	0,470	0,592
22.	35,5	31,0	—	—	—	—	—	—	32,5	—	–

1—8) Mansfelder Rohsteine: 1) Von Kupferkammerhütte, nach SOUTZOS. 2) Ebendaher, n. HEINE. 3) Von Eislebener Hütte, nach HEINE. 4) Von Mansfelder Hütte, n. HEINE. 5) Von Katharinenhütte, nach RAMMELSBERG. 6) Von Sangerhäuser Hütte, nach HEINE. 7) Nach RAMMELSBERG. 8) Nach BERTHIER.

Die Mansfelder Rohsteine sind stets sehr deutlich krystallinisch und zuweilen in regulären Octaëdern krystallisirt (Analyse 7).

Es entspricht nach RAMMELSBERG die Zusammensetzung von:

Nro. 1 der Formel = 4 ($\dot{Fe}$, $\dot{Zn}$, $\dot{Ni}$, $\dot{\not{C}}u$.

„ 5 „ „ = $\dot{Fe}$, $\dot{\not{C}}u$.

„ 6 „ „ = 6 $\dot{Fe}$, 7 $\dot{\not{C}}u$.

„ 7 „ „ = $\dot{Fe}$, $\dot{\not{C}}u$.

9—12) Fahluner Rohsteine: 9 u. 10) Nach BERGSTEN. 11) Nach WINKLER. 12) Nach JOHNSON. Nach RAMMELSBERG sind die Steine

Nr. 1, 2 u. 3 $= (\dot{F}e, \dot{\text{Є}}u, \dot{Z}n. \dot{P}b)^5 \dot{\bar{F}}e^4$.

„ 4 $= (\dot{F}e, \dot{\text{Є}}u, \dot{Z}n, \dot{P}b)^3 \dot{\bar{F}}e^2$.

13 u. 14) Riechelsdorfer Rohsteine: 13) Oberste Scheibe. 14) Unterste Scheibe, nach GENTH. Nach RAMMELSBERG enthält Nr. 13 ungefähr 2 Atom $\dot{\text{Є}}u$ gegen 3 Atom $\dot{F}e$ und vielleicht etwas $\ddot{\bar{F}}e$. 14) gibt bei der Berechnung 39,09 $\dot{F}e$, 51,06 $\dot{\text{Є}}u$ und 3,08 metallisches Kupfer.

15) Rohstein von Chessy, nach BERTHIER.

16) Freiberger Rohstein, nach LAMPADIUS.

17—19) Unterharzer Rohsteine: 17) Von mir analysirt, mit geringen Mengen $\dot{Z}n$, $\ddot{\bar{A}}s$, $\ddot{\bar{S}}b$. 18) Im Laboratorium zu Giessen untersucht. 19) Nach ULRICH.

Formel für die Unterharzer Kupfersteine $= \dot{F}e, \dot{\text{Є}}u^2$ oder $(\dot{F}e, \dot{N}i, \dot{A}g) \dot{\text{Є}}u^2$.

20) Rohstein von Gilsaahütte in Lappland, nach STROMEYER. 21) Von Perm, nach COUBINE. 22) Rohstein von Boston, nach RIVOT.

In Höhlungen des Kupfersteines und in Spalten der Gestübbemasse fand man im Mansfeldschen Octaëder und Combinationen desselben mit Würfelflächen von Kupferglanz [1]), in Kupfersteinen von Antonshütte in Sachsen Rothkupfererz. [2])

Die Kupfersteine kommen zuweilen schön krystallisirt vor. REUSS beobachtete dem künstlichen Salmiak ähnliche Krystalle von Hermannseifen in Böhmen, welche nach STOLBA aus 38 Cu, 32 Fe und 30 S bestanden.

b) Rohsteine aus Flammöfen.

No.	Cu	Fe	Ni	Co	Mn	Sn	As	S	Schlacke
1.	33,7	33,6	1,0			0,7	0,3	29,2	1,1
2.	27,23	39,38	0,59		—	—	—	32,80	—

1) LEONH., Hüttenerz. S 366.
2) LEONH., Jahrb. 1861. Hft. 1. S. 80.

1) Engl. Rohstein (Bronzestein), nach Le Play = Ḟe Ċu. 2) Rohstein von Kaafjord in Lappland, nach Stromeyer = Ḟe Ċu.

Kupfersteine. 3) **Kupfersteine** (Spur-, Mittel-, Concentrations-, Dünnsteine).

a) Vom Schachtofenbetriebe.

No.	Cu	Fe	Ni	Zn	S	Si	Co
1.	51,47	18,67	6,54		24,35	—	—
2.	59,80	16,80	—	—	22,60	—	—
3.	57,27	16,59	—	—	22,17	—	—
4.	59,18	16,07	—	—	20,01	—	—
5.	61,23	15,19 (Fe, Ni, Zn)			24,38	—	—
6.	57,78	17,23	—	0,74	24,50	—	—
7.	61,26	15,76	—	—	22,51	—	4,12
8.	66,00	8,00	—	—	21,00	5,06	—
9.	63,926	3,112	Pb = 7,296		12,968	Sb = 0,444	
10.	72,743	8,638	„ = 0,641		17,666	„ = 1,012	
11.	80,774	0,993	—		18,166	„ = 0,384	
12.	80,322	1,062	—		19,667	„ = 0,211	

1—5) Mansfelder Kupfersteine: 1) Spurstein von Kupferkammerhütte, nach Ebbinghaus. 2) Dünnstein, nach Berthier. 3) Desgl., nach de la Trobe. 4) Desgl., nach Schlieper. 5) Desgl., nach Boujoukas. Die Dünnsteine 2—5) bestehen im Wesentlichen aus Ḟe und Ċu.

6) Dünnstein von Fahlun, nach Johnson; n. Rammelsberg = (Ḟe, Żn)^2 Ċu^3.

7) Dünnstein von Riechelsdorf; nach Genth = Ċu^3 Ḟe, nach Rammelsberg = (Ċu, Ḟe)^4 Ḟe.

8) Spurstein von Chessy, nach Berthier.

9—12) Altenauer Kupfersteine von der Krätzarbeit resp. des 1, 2, 3 u. 4 Durchstechens, nach Hahn (B. u. h. Ztg. 1861. S. 62).

Von der Ausscheidung metallischen Kupfers in Kupfersteinen war S. 708 die Rede.

b) Vom Flammofenbetriebe.

	Cu	Fe	Ni	Co	Mn	Sn	As	S	Rückst.
1.	77,4	0,7	Spr.	Spr.	Spr.		0,1	21,0	0,3
2.	64,8	9,0	0,5 (Ni, Co, Mn)				0,7	22,6	1,8
3.	65,7	16,3	1,6	—	—	1,2		23,0	0,5
4.	74,6	3,1	Spr.	Spr.	—	0,3		20,2	1,1

	Cu	Fe	Ni	Co	Mn	Sn	As	S	Rückst.
5.	62,1	11,9	0,2		—	1,8	Spr.	22,8	0,7
6.	77,5	2,2	Spr.	Spr.	—	—	Spr.	20,1	—
7.	81,1	0,2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	18,5	—
8.	72,75	6,76	0,63		—	—	—	18,96	0,9
9.	79,98	0,48	0,50		—	—	—	17,04	2,00

1—7) Englische Kupfersteine, nach LE PLAY. 1) Weisser Stein vom Schmelzen des gerösteten Rohsteins mit reichen Erzen; auf 1 Atom $\dot{Fe}$ kommen 4—5 Atome $\dot{Cu}$. 2) Desgl., etwas bläulich. 3) Blauer Stein vom Verschmelzen des gerösteten Rohsteins mit gerösteten Erzen von mittlerem Gehalte; enthält gegen 4 $\dot{Fe}$ etwa 5 $\dot{Cu}$. 4) Weisser und 5) rother Stein vom Verschmelzen reicher Schlacken; der rothe Stein fällt bei schwefelreicherer Beschickung. Jener enthält ungefähr 10 Atome $\dot{Cu}$, dieser etwas mehr als 2 Atome $\dot{Cu}$ gegen 1 Atom $\dot{Fe}$. 6) Weisser Extrastein vom gerösteten blauen Stein. 7) Metallstein (Dünnstein, Concentrationsstein) vom weissen Extrastein = 91 $\dot{Cu}$, 0,3 $\dot{Fe}$ und 8,5 Cu.

4) Bleisteine, und zwar

Bleisteine.

a) Von der ordinairen Bleiarbeit (vom Verschmelzen gerösteter Erze).

No.	Pb	Fe	Cu	Ag	Ni	Co	Zn	As	Sb	S	Erden
1.	25,180	33,120	12,100	0,201	—	—	—	2,450	4,753	19,526	—
2.	28,26	32,04	11,31	0,20	Spr.	—	0,82	1,70	3,21	21,41	—
3.	20,250	27,051	27,614	0,117	1,010	—	0,231	0,650	1,005	21,314	—
4.	23,288	36,017	15,277	0,121	2,329	—	0,136	1,248	0,849	19,852	—
5.	21,816	37,202	12,944	0,099	0,544	—	1,439	0,731	0,718	22,847	—
6.	24,80	15,20	36,20	0,16	Ni u. Zn 2,64	—	—	—	—	21,00	—
7.	9,80	44,00	27,80	Zn u. Ag 1,7	4,4	—	—	—	—	11,20	—
8.	7,10	40,10	33,2	Zn u. Ag 1,1	8,2	—	—	1,1	—	9,10	—
9.	8,64	44,84	17,43	—	—	—	7,76	2,19		19,64	—
10.	79,5	12,2	—	—	—	—	1,1	4,2		2,3	—
11.	67,0	22,4	—	—	—	—	1,1	4,5		4,0	—
12.	91,5	1,5	—	—	—	—	—	—	—	5,0	2,0
13.	76,0	8,0	—	—	—	—	—	—	—	12,0	4,0
14.	51,6	24,5	8,0	—	—	—	1,0	—	1,7	16,6	0,6
15.	85,5	0,9	3,2	—	—	—	—	—	—	10,4	—
16.	3,5	64,0	0,8	—	—	—	—	—	—	31,6	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	12,6	—	—	—	Spr.	—	—	17,2	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	2,3	—	—	18,4	—
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	—	10,5	27,5	—

1—5) Freiberger Bleisteine: 1) Nach Lampadius. 2) Nach Kersten von der Halsbrücker Hütte. 3) Veränderter Bleistein von der Bleiarbeit mit Erzrohstein, nach Rammelsberg = $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b} = \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}\ \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^2$ oder $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b} = \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^4, \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^3$. 4) Desgleichen von der Arbeit mit Schlackenrohstein, beide von Muldner Hütte nach Plattner = $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b} = 3\ \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ oder $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b} = \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^2\ \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^5$, zuweilen krystallisirt (B. u. h. Ztg. 1855. S. 128). 5) Veränderter Bleistein von der gewöhnlichen Bleiarbeit auf der Halsbrücker Hütte nach Plattner = $2\ \dot{\mathrm{P}}\mathrm{b} = \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^3\ \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ oder $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b} = \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^7\ \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^2$. 6) Kupferbleistein von Halsbrücker Hütte, nach Ihle. 7) Gewöhnlicher Kupferstein von Antonshütte, nach Kersten. 8) Desgl., bei Zuschlag von $3^2/_3$ % Eisen zum gerösteten Bleistein erhalten.

9) Okerscher Bleistein, nach Ulrich, nahe = $(\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}, \dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n})\ (\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}, \dot{\mathrm{C}}\mathrm{u})^3$.

10 u. 11) Bleistein von Pontgibaud, nach Rivot.

12 u. 13) Bleistein von Pezey, ersterer beim schottischen Heerde und letzterer im Krummofen gefallen. 14) Bleistein von den Krummöfen in Villefort. 15 u. 16) Bleistein von Poullaouen, ersterer vom Flammofen, letzterer vom Krummofen, wo er eine Lage auf dem Bleibade bildet. 17 u. 18) Bleistein von Holzappel, ersterer vom Erz-, letzterer vom Steinschmelzen. 19) Bleistein von Emser Hütte.

b) Von der Niederschlagsarbeit (Verschmelzen ungerösteter Erze mit Eisen).

No.	Pb	Fe	Cu	Zn	Sb	Ag	S	Mn	As	C
1.	73,346	9,814	0,396	0,198	0,397	0,116	15,338	—	—	Spr.
2.	63,0	19,0	0,2	—	—	—	17,5	—	—	—
3.	41,50	34,05	0,36	—	0,66	0,12	23,82	—	—	—
4.	13,65	63,14	0,88	—	0,13	0,03	22,01	—	—	—
5.	8,26	58,00	0,90	—	2,40	0,02	31,38	—	—	—
6.	52,27	28,32	1,42	1,56	0,31	—	16,12	—	—	—
7.	36,00	33,20	Spr.	2,50	5,30	—	22,00	—	—	—
8.	59,33	19,60	1,10	0,17	0,13	—	18,92	—	—	—
9.	53,31	21,56	0,23	2,24	0,38	—	19,33	—	—	—
10.	15,78	13,03	1,15	0,67	0,18	—	17,27	—	—	—
11.	60,69	20,36	0,49	0,55	0,36	—	16,40	—	—	—

No.	Pb	Fe	Cu	Zn	Sb	Ag	S	Mn	As	C
12.	63,787	13,721	1,533	2,253	—	—	18,706	—	—	—
13.	35,68	31,55	3,79	—	1,49	—	23,97	0,25	1,07	—
14.	61,71	17,91	0,77	1,30	—	—	18,13	0,18	—	—

1—14) Oberharzer Bleisteine. Die Oberharzer Bleisteine sind meist derb, oft strahlig und zeigen gewöhnlich Aehnlichkeit mit kleinspeisigem, seltner grobspeisigem Bleiglanze, unterscheiden sich jedoch davon schon dem Aeusseren nach durch ihre Porosität. Zuweilen bilden sich, am häufigsten zur Lautenthaler Hütte, an der Unterseite der Bleisteinscheiben Krystalle von $1/2$ Zoll Länge und darüber, welche im Innern vollkommenen Metallglanz zeigen, auf der Aussenseite aber rauh und mit einem dunkelrothbraunen Ueberzug von Eisenoxyd versehen sind, welches sich durch Oxydation des Schwefeleisens bei hoher Temperatur an der Luft gebildet hat. Die Krystalle scheinen auf den ersten Anblick Rhomboëder zu sein, zeigen aber einspringende Winkel und sind nach G. Rose[1]) und Hausmann[2]) Würfel, die mit einer ihrer Ecken aufgewachsen sind; dabei sind sie aus diesen äusserst kleinen Würfeln oft nicht ganz regelmässig zusammengesetzt, wodurch ihre Aussenfläche rauh und in der Mitte wie eingedrückt, auch ihre oberen Ecken wie die vom spitzen Rhomboëder erscheinen. Die Spaltbarkeit stimmt mit der des Bleiglanzes überein. Zuweilen sind grössere Individuen mit kleineren verwachsen, und dabei geht die rhomboëdrische Gestalt in eine linsenförmige über, welche Bildung sich wohl in tafelförmige Krystallrudimente verläuft, die sich unter bestimmten Winkeln schneiden. Mit letzteren beiden Formen pflegt ein strahliges Gefüge verbunden zu sein.

Es kommt zur Frage, ob sich aus den angeführten Steinanalysen ein stöchiometrisches Verhältniss zwischen den zusammengetretenen Schwefelungen nachweisen lässt. Die Meinungen darüber sind getheilt. — Bodemann nimmt für die Oberharzer krystallisirten Bleisteine folgende Formel an, worin m und n ganze einfache Zahlen bezeichnen:

1) Pogg., LIV, 271.
2) Hausm., Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde. 1850. S. 10. Leonh., Hüttenerzeug. S. 383. — Gurlt, pyrog. Min. S. 22.

$$m\ (\dot{\mathrm{Fe}},\ \dot{\mathrm{Zn}}) = n\ (\dot{\mathrm{Fe}},\ \dot{\mathrm{Cu}},\ \dot{\mathrm{Pb}},\ \dot{\mathrm{Ag}}).$$

Auf einen Antimon- und Arsengehalt ist hierbei keine Rücksicht genommen, weil ihre geringe Menge an dem Gesammtausdrucke wenig ändert. Das Antimon geht weniger in den Stein, als in das Werkblei. Nach BREDBERG's Vorgange sind die beiden Schwefelungsstufen des Eisens $\dot{\mathrm{Fe}}$ und $\dot{\mathrm{Fe}}$ in einem gesetzmässigen Zusammenhange angenommen, dagegen nicht das Vorhandensein von $\dot{\mathrm{Pb}}$, sondern das von $\dot{\mathrm{Pb}}$, zu welcher Annahme die krystallographischen Verhältnisse, sowie ausserdem der Umstand berechtigt hat, dass der häufig in deutlichen Würfeln krystallisirte Ofenbruch in den Oberharzer Bleiöfen die Zusammensetzung von $\dot{\mathrm{Pb}}$ hat.

Nach RAMMELSBERG[1]) ist der wahrscheinliche Ausdruck für die Oberharzer Bleisteine, abgesehen von den kleinen Mengen der übrigen Schwefelmetalle:

$$n\ \dot{\mathrm{Fe}} = m\ \dot{\mathrm{Pb}}.$$

Das Antimon muss man sich als $\dddot{\mathrm{Sb}}$ mit $\dot{\mathrm{Fe}}$ und $\dot{\mathrm{Pb}}$ in Verbindung denken. Bei Annahme der genannten Schwefelungen in den Steinen reicht der bei den Analysen gefundene Schwefelgehalt zu ihrer Bildung nicht vollständig hin, was wahrscheinlich daher rührt, dass sie etwas $\dot{\mathrm{Fe}}$ oder $\dot{\mathrm{Pb}}$, oder beide zugleich enthalten. Der Annahme von $\dddot{\mathrm{Fe}}$ ist der Umstand entgegen, dass sich dieses Sesquisulfuret bei hoher Temperatur zersetzt.

HAUSMANN[2]) hält die Oberharzer Bleisteine für innige Gemenge von Schwefelblei und Schwefeleisen, welches letztere als $\dot{\mathrm{Fe}}$, oder vielleicht als $\dot{\mathrm{Fe}}^5\ \dddot{\mathrm{Fe}}$ (Magnetkies) vorhanden sein dürfte. Für diese Annahme, welche der RAMMELSBERG'schen in Bezug auf das Vorhandensein von $\dddot{\mathrm{Fe}}$ widerstreitet, spricht der Umstand, dass jene Steine magnetisch sind und sich in Höhlungen derselben zuweilen zarte prismatische Krystalle von Magnetkies ausscheiden. Die Berechnung gibt ausserdem bei einigen Analysen wohl Resultate, welche sich

1) RAMMELSBERG, Metallurgie. S. 177.
2) HAUSMANN, a. a. O. S. 12.

bestimmten Verhältnissen nähern, allein diese stimmen unter einander nicht überein.

RAMMELSBERG's Ansicht dürfte die grösste Wahrscheinlichkeit für sich haben.

1—7) Von Clausthaler Hütte: 1) Krystallisirter Schliegstein, nach BRÜEL; nach RAMMELSBERG $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}^2$, nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$)^8. 2) Desgl., nach OHME. 3) Derber Schliegstein von gewöhnlicher Arbeit, nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$). 4) Rastofenstein, porös, nach BRÜEL; nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$). 5) Desgl., derb, nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}^2$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$). 6) Krystallisirter Bleistein vom Steindurchstechen, nach JOY, deutet nach RAMMELSBERG auf eine Verbindung von $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$. 7) Derber Bleistein, nach RIVOT.

8—12) Von Lautenthaler Hütte: 8) Grosse Krystalle, nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$)^2, nach RAMMELSBERG = $\dot{\mathrm{Fe}}^6$, $\dot{\mathrm{Pb}}^5$. 9) Derber Stein von demselben Stücke, auf welchem sich die Krystalle Nr. 8 befanden, nach RAMMELSBERG = $\dot{\mathrm{Fe}}^3$, $\dot{\mathrm{Pb}}^2$. 10) Grosse Krystalle, nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$), nach RAMMELSBERG = $\dot{\mathrm{Fe}}^3$, $\dot{\mathrm{Pb}}^4$. 11) Krystalle nach BRÜEL; nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$)^8, nach RAMMELSBERG = $\dot{\mathrm{Fe}}^5$, $\dot{\mathrm{Pb}}^4$. 12) Krystalle, nach BROMEIS.

13 u. 14) Von Andreasberger Hütte: 13) Nach BODEMANN = $\dot{\mathrm{Fe}}$ ($\dot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$, $\dot{\mathrm{Ag}}$, $\dddot{\mathrm{Sb}}$, $\dddot{\mathrm{As}}$). 14) Krystalle, nach AVENARIUS.

SANDBERGER fand Antimonkupfernickel in nadelförmigen, licht kupferrothen bis violblauen Nadeln in Hohlräumen von Bleistein der Emser, Holzappler und Münsterthaler Hütte und von folgender Zusammensetzung:

---

1) POGG., Ann. 1858. Nr. 3. S. 526. Jahrb. d. Ver. f. Naturk. in Nassau 1851. S. 133. GURLT, pyrog. Min. S. 37. LEONH., Hüttenerz. S. 340. B. u. h. Ztg. 1860. S. 52. ERDM., J. f. pr. Chem. 1859. Hft. 1. Polyt. Centr. 1858. S. 1161.

Cu	Ni	Sb
31,23	9,69	59,08
32,73	8,97	58,57

entsprechend der Formel:

$$Ni^3\ Cu^6\ Sb^3.$$

5) Nickelhaltige Steine, beim Verschmelzen kupfer- und nickelhaltiger Schwefel- und Magnetkiese gefallen.

No.	Ni	Fe	Cu	Co	S	Si	Rückstand.	Verlust.
1.	6,13	44,52	5,39	—	43,96	—	—	—
2.	22,00	19,00	32,00	—	25,00	—	2,00	
3.	27,93	18,90	29,10	—	20,45	2,10	—	—
4.	26,00	4,00	46,00	—	20,00	—	4,00	
5.	31,03	Spr.	53,80	—	15,17	—	—	—
6.	35,67	1,5	48,60	—	15,22	—	—	—
7.	30,90	1,80	49,47	—	18,13	—	—	—
8.	30,19	9,24	49,66	—	10,91	—	—	—
9.	25,513	26,072	26,579	0,621	11,089	—	—	—
10.	24,00	34,00	18,00	—	24,00	—	—	—
11.	4,854	88,161	1,396	0,051	4,045	2,106	—	—
12.	8,57	60,46	3,21	—	25,59	—	2,44	—
13.	28,67	34,86	11,38	—	24,54	—	0,55	—
14.	27,53	38,56	9,26	—	24,14	—	9,51	—
15.	16,01	50,81	5,91	—	24,27	—	3,00	—
16.	30,92	31,27	12,11	—	24,95	—	0,75	—
17.	21,91	43,68	9,14	—	24,48	—	0,75	—
18.	65,14	32,09	1,74	—	—	1,03	—	—
19.	25,00	35,00	10,00	—	25,00	—	5	—

1—8) Dillenburger Nickelleche aus kupfer- und nickelhaltigem Schwefelkies: 1) Rohstein nach SCHNABEL. 2) Concentrationsstein, nach GAIL. 3) Desgl., nach HEUSLER, beinahe $(\dot{Fe}, \dot{Ni})^3\ \dot{Cu}$. 4—6) Verblasener Concentrationsstein resp. nach GAIL, HEUSLER, DREISBACH. 7) Durchschnitt der Analysen 4—6. 8) Gemenge von theilweise rohem, theilweise verblasenem Stein, nach DREISBACH. 9 u. 10) Concentrationsstein von Aurorahütte bei Gladenbach in Hessen, von nickelhaltigem Kupfer- u. Schwefelkies gefallen, nach EBERMAYER (B. u. h. Ztg. 1856. S. 302). Dieser Stein enthält nach dem Verblasen bis 60 % Ni. 11) Eisenhaltiges Product, beim Rohschmelzen zu Aurorahütte gefallen, n. demselben. 12—19) Nickelleche vom Verschmelzen nickel- und kupferhaltiger Magnetkiese zu Klefva in Schweden,

h STAPFF (B. u. h. Ztg. 1858 S. 353, 1859 S. 298). Rohstein aus Sumpf- oder Suluöfen, entsprechend der nel Ṙ R̶³, worin Ṙ = Ḟe, Ṅi, Ċo, R̶ = Ġu, F̶e. Für R̶³ kann man R⁷, S⁴ setzen, wo dann das Verhältniss Schwefels im Steine zum Schwefel im Magnetkiese (R⁷ sich deutlicher herausstellt. 13) Concentrationsstein von l geröstetem Rohstein in Suluöfen gefallen = Ṙ R̶⁴, . Gew. 5,233. 14) Concentrationsstein, im Brillenofen len = Ṙ³ R̶⁷, mit Metallhaaren in Blasenräumen. . 16) Concentrationsstein aus Tiegelöfen, bei schwächerer stärkerer Röstung, ersterer = Ṙ R̶², letzterer = Ṙ¹¹ oder wahrscheinlicher Ṙ² R̶³. 17) Güldischer doppelt entrirter Stein = Ṙ⁴ R̶⁴ = Ṙ³ R̶⁷ = Ṙ R̶². 18) Meaare im Concentrationsstein No. 14 = Ni² Fe. 19) Neuerer :entrationsstein.

Ein 3mal in Stadeln gerösteter Rohstein von Klefva ielt nach STAPFF:

vefelmetalle.	Neutr. Sulphate.	Bas. Sulphate u. freie Oxyde.	
S⁴ — 25,71	Ṅi S̈ — 1,68	F̶e — 45,08	Ungelöst = 13,46
— 4,21	Ċu S̈ — 0,16	Ċu — 1,54	Erden u. Verlust = 3,15
S — 0,84	Ḟe S̈ — 1,77	Ṅi — 2,26	
30,76	F̶e S̈³ — Spr.	S̈ — 0,14	
	3,61	49,02	

§. 118. Arsenikmetalle (Speisen). Diejenigen Hüttenprozessen fallenden, stark metallisch glänzenden ıchenproducte, in welchen Arsen und Antimon die Rolle Schwefels spielen, nennt man Speisen (S. 33). Dieɪn erzeugen sich beim Verschmelzen von eisen-, nickel-, lt-, antimon- und arsenhaltigen Silber-, Blei- und Kupfer-ı, so wie bei der Smaltebereitung. Das Verhältniss der ıchen Metalle (Fe, Ni, Co, Cu) zu dem Arsen ist in n Fällen ein bestimmtes atomistisches, und der eigentn Speise sind häufig mehr oder weniger Schwefelungen, Ḟe, F̶e, Ṗb, Ġu, Żn, Ȧg, S̈b, Äs, sowie Siliciummetalle

Speisen.

beigemengt. Auch sind sie wohl goldhaltig. Steigt der Eisengehalt über eine gewisse Grenze, so werden diese Producte strengflüssiger und zuletzt unschmelzbar und gehen in Eisensauen über, mit zunehmendem Kupfer in Schwarzkupfer (Okersches Königskupfer).

Die Speisen haben oft eine krystallinische Textur und sind zuweilen zu deutlichen Krystallen ausgebildet.[1]) Gewöhnlich besitzen sie bei weisser Farbe einen starken Metallglanz und einen feinkörnigen oder blättrig-strahligen Bruch. Es kommen jedoch auch stahlgraue bis schwarze, sowie hellspeissgelbe bis messinggelbe Farben vor. Ihr specifisches Gewicht ist grösser, als das der Leche.

In den meisten Fällen wird die Bildung der Speise ungern gesehen, weil sie nutzbare Metalle aufnimmt, welche sich nur theilweise wieder gewinnen lassen. Ein grösserer Gehalt an dehnbaren Metallen setzt ihrer Zerkleinerung Widerstand entgegen.

Folgende constante Verhältnisse sind bei Zusammensetzung der Speisen beobachtet worden:

Constante Arsenverbindungen.

1) Halbarsenide, R^2 As, hexagonal krystallisirt, gefallen bei Nickelhüttenprozessen (a 6) und bei Darstellung von Nickelspeise zu Grünthal (a 12).

2) Drittelarsenide, R^3 As, tetragonal krystallisirt, wie Speisen aus Blaufarbenöfen zu Cuxhafen (a 2) und Schwarzenfels (a 1), von Saigerhütte Grünthal (a 14, b 1), von Sangerhäuser Hütte (a 13), von Sachsen (b 1). Die Nickelspeise der Blaufarbenwerke enthält bisweilen Bi, auch wohl Fe^n As und $\dot{A}g$, seltener $\dot{C}u$ eingemengt.

3) Viertelarsenide, R^4 As, rhombisch krystallisirt, die am häufigsten vorkommenden Verbindungen. Die beim Verschmelzen abgerösteter goldhaltiger Arsenkiese fallende Speise ist eine Verbindung von Fe^4 As und $\dot{F}e$. Die Nickelspeise vom Verschmelzen reiner kobalthaltiger Nickelerze, behuf einer Concentration der vorhandenen Arsenmetalle des Ni und Co, besteht hauptsächlich aus $(Ni, Co, Fe)^4$ As,

1) Gurlt, pyrogen. Mineral. S. 33.

zuweilen mit wenig Schwefelungen von Fe, Cu, Pb und Sb. Die Bleispeise vom Verhütten silber-, kobalt-, nickel-, blei- und kupferhaltiger Erze mit bleiischen Zuschlägen enthält meist $(Fe, Ni, Co)^4$ As in sehr veränderlichen Verhältnissen der basischen Metalle, und ausserdem noch mehr oder weniger Schwefelmetalle von Pb, Fe, Cu, Sb, Zn, Ag. Die Raffinatspeise vom Verblasen der Rohspeise nähert sich der Zusammensetzung $(Ni, Co)^4$ As. Hierher gehört auch die auf dem Blaufarbenwerk zu Horst an der Ruhr in rhombischen Tafeln krystallisirt vorgekommene Speise (Placodin a 10).

4) Fünftelarsenide; R^5 As, in Nickelspeise nach FRANCIS (a 7), in Nickelspeise von Harzgerode (c 4), so wie in Kobaltspeise von Modum (e 2) vorgekommen.

Nach ihren Hauptbestandtheilen lassen sich die Speisen in folgende Abtheilungen bringen:

Classification der Speisen.

a) Nickelarsenikspeisen.

Nickelarsenspeisen.

No.	Ni	As	Fe	Cu	Co	Zn	Bi	Pb	Ag	Sb	S	Sand
1.	52,63	40,47	2,72	1,61	Spr.	—	—	—	—	—	2,55	—
2.	52,73	44,00	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—	1,65	—
3.	49,0	37,8	—	1,6	3,2	—	—	—	—	—	7,8	0,6
4.	55,58	31,98	0,60	2,93	—	—	—	—	—	—	7,95	0,13
5.	64,75	35,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	47,2	44,3	—	Spr.	Spr.	—	—	—	—	1,0	6,9	—
7.	52,58	34,07	10,06	—	3,28	—	—	—	—	—	1,01	—
8.	40,30	26,50	6,95	3,12	10,08	—	—	—	—	—	13,71	—
9.	40,05	35,15	0,90	19,30	—	—	—	—	—	—	4,80	—
10.	20,94	38,60	Spr.	0,67	35,82	—	—	—	—	—	4,47	—
11.	22,42	2,23	22,30	31,65	2,15	2,13	2,20	10,70	0,015	3,50	—	—
12.	26,34	52,71	6,41	11,16	1,34	—	—	—	—	—	2,13	—
13.	49,68	43,20	Spr.	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—
14.	29,70	39,65	8,66	17,33	Spr.	—	—	3,33	—	—	—	—
15.	43,5	36,0	6,0	—	14,5	—	—	—	—	—	—	—

1) Speise von Schwarzenfels, nach WILLE, im Wesentlichen Ni^3 As. 2) In Quadratoctaëdern krystallisirte Speise, nach WÖHLER = Ni^3 As. 3) Speise nach BERTHIER. 4) Sp. von Dillenburg, nach SCHNABEL. 5) Sp. krystallisirt, nach FRANCIS = Ni^7 As^6. 6) Sp. nach BERTHIER = Ni^2 As. 7) Sp. nach FRANCIS = Ni^3 As. 8) Ungar'sche Speise nach DOUGHERTY. 9) Speise von Dillenburg, nach HEUSLER. 10) Sp. vom Blaufarbenwerk zu Horst, BREIT-

HAUPT's Placodin, nach SCHNABEL. 11) Speise vom Verschmelzen kupferhaltiger Schlacken zu Grünthal, nach LAMPADIUS. 12) Krystallisirte Nickelspeise von Grünthal nach GURLT = $Ni^2 As$. 13) Nickelspeise von Sangerhäuser Hütte, n. demselben = $Ni^3 As$. 14) Desgl. von Saigerhütte Grünthal, n. demselben $(Ni, Co, Cu, Fe)^3 As$. 15) Desgl. vom Verschmelzen von Roth- und Weissnickelkies im Anniviersthale in der Schweiz nach DEICKE.

Wismuthhalt. Nickelarsenspeisen.

b) Wismuthhaltige Nickelarsenikspeisen.

No.	Ni	As	Bi	Co	Fe	Cu	Ag	Pb	S
1.	43,25	35,32	13,18	3,26	0,97	1,57	—	—	2,18
2.	36,2	29,9	21,5	1,3	1,1	1,5	—	—	6,9
3.	40,50	17,50	32,10	5,02	2,10	—	0,224	—	1,0
4.	35,5	10,3	18,7	12,4	1,5	2,1	0,1	15,2	3,0
5.	10,489	14,493	52,959	8,105	6,211	—	—	—	7,711

1) Speise aus Sachsen, nach SCHNEIDER = $Ni^3 As$. 2) Böhm. Sp., nach ANTHON. 3) Sp. von Oberschlema, nach LAMPADIUS. 4) Bleispeise von Freiberg, nach LAMPADIUS. 5) Wismuthspeise, beim Verschmelzen von Schneeberger Wismuthsaigerkrätz gefallen, entsprechend $5 \ddot{Bi} + 4 (Co, Ni, Fe)^4 As$, nach WINKLER (B. u. h. Ztg. 1859. S. 330).

Eisenreiche Nickelarsensp.

c) Eisenreiche Nickelarsenikspeisen.

No.	Fe	Ni	As	Pb	Co	Cu	Ag	Sb	S
1.	35,43	23,72	14,14	10,12	8,10	1,75	0,089	Spr.	3,13
2.	68,03	6,51	5,04	0,60	1,67	5,68	0,003	3,35	7,81
3.	31,40	33,43	36,92	—	—	—	—	—	—
4.	51,74	48,85	29,13	Spr.	2,89	3,55	—	—	2,04
5.	51,00	14,90	20,10	10,10	—	1,25	0,05	—	1,02
6.	37,21	22,72	18,40	11,10	6,14	1,10	0,08	—	2,20
7.	40,75	15,75	3,75	—	1,70	9,25	0,12	—	11,50

1) Speise von der Bleiarbeit zu Antonshütte, nach LAMPADIUS. 2) Unterharzer Bleispeise, nach JORDAN. 3) Sp. krystallisirt aus Baiern, nach MARCHAND. 4) Speise von Victor-Friedrichshütte bei Harzgerode, nach Rammelsberg = $(Fe, Ni, Co, Cu)^5 As$. 5) Bleispeise von Halsbrückner Hütte bei Freiberg, nach KERSTEN. 6) Bleispeise von Antonshütte, nach KERSTEN. 7) Kupferspeise von Camsdorf, nach HOË, enthält noch 11,47 % Si und 4,08 % mechanisch beigemengte $\ddot{Si}$.

d) Bleiische Kupferarsenik- und Bleiantimonspeisen.

Bleiische Kupferarsen- u. Bleiantimonsp.

No.	Cu	Pb	Fe	Zn	Ni	Co	Bi	Cd	Ag	Au	Sb	As	S
1.	81,87	10,26	2,75	—	Spr.	Spr.	—	—	0,22	—	2,55	1,01	0,60
2.	44,56	26,11	5,54	—	0,71	1,63	—	—	0,13	—	5,21	12,98	2,86
3.	29,94	3,95	23,39	0,91	1,05	4,12	0,19	0,08	—	—	32,90	0,92	1,47
4.	26,42	2,91	23,10	0,27	Spr.	0,75	—	—	—	—	36,29	7,52	5,48
5.	Spr.	68,18	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	20,27	—	1.48
6.	0,34	90,52	2,58	—	—	—	—	—	0,14	—	1,24	0,13	5,05
7.	45,33	34,47	1,35	0,78	—	—	—	—	—	—	0,19	—	19,24
8.	23,62	9,13	2,51	—	34,34	—	—	—	—	—	5,60	27,07	0,50
9.	7,78	86,74	1,37	—	0,28	—	—	—	—	—	1,88	0,23	1,62
10	12,99	0,09	12,68	—	1,40	0,09	1,26	—	0,360043	0,056883	60,00	7,42	2,04
11.	13,52	—	75,74	—	—	—	—	—	0,026364	—	7,36	2,66	Spr.
12.	41,18	0,69	35,41	—	0,09	0,04	—	—	0,030143	—	10,79	6,10	2,60
13.	48,10	20,69	1,20	—	0,32	—	2,04	—	Spr.	—	21,56	0,78	1,88

1) Okersches Königskupfer, nach Bodemann. 2) Unterharzer Bleisteinspeise, nach Ahrend. 3 u. 4) Unterharzer Speise, nach Bruns und Bierwirth. 5) Bleispeise vom Clausthaler Rastofenschmelzen n. Bodemann. 6) Bleispeise von Andreasberger Hütte, nach demselben. 7) Verblasener Kupferstein von Andreasberger H. nach Güthing, in welchem die von Bruns analysirte Speise No. 8 eingeschlossen war. 9) Speise, mit Krätzstein auf Andreasberger Hütte gefallen, nach Streng. 10—12) Speise vom Verschmelzen von Fahlerzen, nach Hauch, und zwar: 10) von Altwasser bei Schmöllnitz, und 11 u. 12) von Altgebirg bei Neusohl in Ungarn. 13) Speise von Oeblarn, nach Schenzl.

e) Kobaltarsenikspeisen.

Kobaltarsenspeisen.

No.	Co	As	Fe	Cu	Mn	S
1.	53,71	36,02	10,05	0,86	—	0,16
2.	31,35	35,20	23,15	8,90	—	0,50
3.	39,85	43,43	5,71	3,73	7,304	0,28

1 u. 2) Speise vom Concentrationsschmelzen armer Kobalterze von Modum, nach Scheerer und Francis, erstere in Prismen, letztere in Tafeln krystallisirt = (Co, Fe, Cu)^5 As. 3) Speise ebendaher, nach Carstanjen und Winkler = Co^3 As, oder mit Berücksichtigung des Gehaltes an Schwefelkupfer = 14 Co^3 As + Cu^6 S (B. u. h. Ztg. 1858. S. 243).

Eintheilung.

§. 119. Kohlenstoffmetalle. Hierher gehören die Kohlenstoffverbindungen des Eisens, Roheisen, Stahl und Stabeisen, von denen die letzteren beiden bereits (S. 699, 722) abgehandelt sind.

Der Kohlenstoff findet sich nach bisherigen Ansichten in dem Roheisen theils chemisch gebunden, theils mechanisch als Graphit beigemengt und es hängt von der Anwesenheit der einen oder andern Modification und ihrem Verhältnisse hauptsächlich die Natur des Roheisens ab. Auf dieses Verhältniss influirt besonders die Differenz zwischen der Erzeugungs- und Schmelztemperatur des Roheisens. Nach seinem physikalischen Verhalten, namentlich nach der Farbe, unterscheidet man:

Weisses Roheisen.

Weisses Roheisen, und zwar: 1) Spiegeleisen, welches sich aus sehr reinen, leichtflüssigen und leichtreducirbaren manganhaltigen Eisensteinen bei einer so hohen Temperatur, etwa 1850° C. erzeugt, dass sich das Eisen vollständig mit Kohlenstoff sättigt. Die Schmelztemperatur des Spiegeleisens fällt mit der Erzeugungstemperatur nahe zusammen. Dasselbe besteht nach Rammelsberg[1]) aus $Fe^3 C + Fe^4 C$ mit 5,93 % chemisch gebundenem Kohlenstoff, nach Karsten[2]), Gurlt[3]) und Mayrhofer[4]) dagegen, und dies ist die wahrscheinlichere Zusammensetzung, aus Viertelkohleneisen, $Fe^4 C$ mit 5,12 % chemisch gebundenem Kohlenstoff. Nach Buchner[5]) lässt sich für Spiegeleisen überall keine Formel aufstellen; dasselbe ist die Verbindung eines noch unbekannten Kohleneisens mit reinem Eisen.

Das lebhaft glänzende, silberweisse, grossblättrige Spiegeleisen besitzt oft eine deutlich krystallinische Structur. Nach Rammelsberg[6]) scheinen die einzelnen Individuen zwei- und eingliedrige Prismen von 112°, 116° und 130—131°, nach Anderen solche von 120° zu sein. Hausmann[7]),

1) Rammelsberg, Metallurgie. S. 63.
2) Rammelsberg, Eisenhüttenkde. 3. Aufl. I, 181.
3) Bgwfd. XVIII, S. 325. B. u. h. Ztg. 1855. S. 400. Gurlt, pyrog. Miner. S. 38. Berggeist 1860. No. 19.
4) Leoben. Jahrb. 1861. S. 350, 432.
5) Bgwfd. XXI, S. 77. B. u. h. Ztg. 1858. No. 8.
6) Dessen chemische Metallurgie. 1850. S. 63.
7) Beitr. z. met. Krystallkunde. 1850. S. 7.

KARSTEN[1]) und FUCHS[2]) nehmen an, dass die Krystallisation dieses weissen Roheisens nicht zum isometrischen Systeme gehört, wiewohl denselben eine genauere Bestimmung seiner krystallinischen Form noch nicht gelungen ist. Die krystallinischen Blätter des Spiegeleisens, oft von ein paar Zoll Grösse[3]), sind keine vollendeten Krystalle, sondern nur Krystallrudimente, welche sich unter den verschiedensten, ganz unbestimmten Winkeln schneiden. Die Durchgänge des Spiegeleisens sind nicht Spaltungsrichtungen, sondern Absonderungsflächen. Werden dieselben gutartigen Eisensteine, welche Spiegeleisen geben, bei einer niedrigeren Temperatur verschmolzen, als zur Bildung desselben und somit zur nöthigen Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff erforderlich ist, so bilden sich kohlenstoffärmere weisse Roheisenarten, die luckigen (Fe^6C) und blumigen Flossen (Fe^5C), erstere mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt, weil bei der niedrigsten Temperatur erblasen. Weisses gaares Roheisen wird bei verhältnissmässig immer noch niedriger, aber doch schon höherer Temperatur, als zur Erzeugung von Spiegeleisen erforderlich ist, aus weniger reinen und leichtflüssigen Eisensteinen dargestellt, deren geringer Schwefel- und Phosphorgehalt zum Theil ins Roheisen geht und dessen vollständige Sättigung mit Kohlenstoff verhindert, so dass kein Spiegeleisen entsteht. Grelles weisses Roheisen bildet sich aus schwefel- und phosphorreicheren Eisensteinen oder durch plötzliche Abkühlung von grauem Roheisen.

Graues Roheisen.

2) Graues Roheisen enthält sowohl chemisch gebundenen, als auch mechanisch beigemengten Kohlenstoff (Graphit) und erzeugt sich in höheren Temperaturen (nie viel über 2000° C.), als die weissen Eisensorten, und seine Zusammensetzung, sowie namentlich die Structur, hängt hauptsächlich von dem Abstande der Schmelztemperatur von der Erzeugungstemperatur ab. Je grösser derselbe, ein um so graueres krystallinischeres Roheisen erhält man, nach MAYR-

1) Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. I, 181.
2) DINGL., CXXIV, 348.
3) B. u. h. Ztg. 1852. S. 274. — Ueber die Krystallisation des Roheisens: VALERIUS, Handb. d. Stabeisenfabrik., deutsch v. HARTMANN. Freiberg b. Engelhardt. 1845. S. 14. LEONH., Hüttenerz. S. 247.

HOFER $Fe^4C + nC$, $Fe^5C + nC$ und $Fe^6C + nC$. Wie bereits angeführt, liegen beim Spiegeleisen Erzeugungs- und Schmelztemperatur nahe zusammen (bei etwa 1850°). Die Angaben über die Schmelzpuncte der Roheisensorten sind abweichend, was seinen Grund in der Schwierigkeit hat, hohe Temperaturen genau zu bestimmen. TUNNER[1]) ermittelte neuerdings die Temperatur vor der Form eines Eisenhohofens zu 2200° C.; die Schmelztemperaturen der grauen Eisensorten nimmt man gewöhnlich bei 1600—1700°, die der weissen bei 1400—1500° an, während z. B. MAYRHOFER[2]) die Erzeugungs- und Schmelztemperatur des Spiegeleisens zu 1850° C. angibt. Nach GURLT (c. l.) geht das mit Kohle völlig gesättigte Viertelkohleneisen (Spiegeleisen), ähnlich wie höhere Schwefelungsstufen, bei höherer Temperatur unter Abscheidung von Graphit in eine niedrigere Kohlungsstufe über, welche derselbe in Höhlungen von grauem Roheisen octaëdrisch krystallisirt gefunden und als Achtelkohleneisen, Fe^8C, bezeichnet hat, welches 2,63% chemisch gebundenen Kohlenstoff enthält. Je höher Spiegeleisen erhitzt wird, oder bei je höherer Temperatur sich graues Roheisen erzeugt, um so reicher an Graphit pflegt dasselbe zu sein; weniger davon enthalten die halbirten Roheisensorten, welche sich bei einer etwas höheren Temperatur als Spiegeleisen erzeugen und Gemenge von Fe^8C und Fe^4C sind.

TUNNER[3]) zweifelt an dem Vorhandensein von Fe^8C und hält die GURTL'schen Krystalle für reines Eisen. Dieselben sind strengflüssiger, als die umgebende Roheisenmasse und durch directe Analyse liess sich kein Fe^8C nachweisen. Nach RICHTER enthielten die Krystalle: 0.972 Si, 0.565 Al, 0.008 S, 0.005 As, 0.021 P, 0.967 chem. geb. C., 2.122 Graph., 1.010 Mn und 94.330 Fe.

Krystallform. Man findet das graue Roheisen nicht selten in mehr oder weniger deutlichen Octaëdern und Würfeln krystallisirt.[4])

1) Leoben. Jahrb. 1860. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 208.
2) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 43. Leoben. Jahrb. 1861. S. 346.
3) TUNN., Stabeisen- u. Stahlber. 1858. I, 18. Leoben. Jahrb. 1861. S. 477.
4) LEONH., Hüttenerzeugn. S. 13, 240, 248. HAUSMANN, Stud. des Götting. Ver. VII, 219. Bgwfd. XI, 595. LIEBIG's Jahresber. III, 26; V, 397.

Nach FUCHS[1]) krystallisirt das Roheisen, wie alle spröden Metalle, hexagonal, indem der rhomboëdrisch krystallisirte Graphit die in dem dimorphen (tesseralen und hexagonalen) Eisen liegende Disposition zu derselben Gestaltung aufrege. GURLT[2]) verwirft diese Ansicht und bestätigt die reguläre Krystallform, macht auch auf die Gruppirung der kleinsten Krystalle in Gussstücken bei deren langsamem Erkalten aufmerksam. TUNNER neigt sich zu FUCH's Ansicht. Durch Temperatur wird die Structur des Roheisens verändert.[3])

Chemische Constitution.

Je nach der Beschaffenheit der Eisenerze und der angewandten Schmelztemperatur können die Roheisensorten mehr oder weniger S, P, As, Si, Ca, Mg, Al, Mn, Co, Vd, Cu, Mo, Ti etc. enthalten. Diese Bestandtheile wurden fast alle von WÜRTENBERGER[4]) im Roheisen von Veckerhagen und Holzhausen nachgewiesen.

Die electropositiven Substanzen, z. B. Mn ersetzen theilweise das Eisen, und die electronegativen (S, P, Si z. B.) können nach GURLT den Kohlenstoff vertreten, indem sie, wie dieser, mit Eisen bestimmte chemische Verbindungen eingehen. GURLT berechnet eine Reihe der zuverlässigsten Roheisenanalysen auf $(Fe, Mn)^4 C$, $Fe^8 C$, $(Fe, Mn)^4 P$, $(Fe, Mn)^8 S$, $(Fe, Mn)^4 Si$ etc.

Solche Formeln sind wohl in theoretischer Hinsicht interessant, lassen aber für den Practiker noch manche Fragen ungelöst. Haben gleich die drei Hauptabtheilungen der Roheisensorten — graues, halbirtes und weisses — bestimmt ausgeprägte Charactere, so treten doch in jeder derselben wieder zahllose individuell nüancirte, physische und chemische Eigenthümlichkeiten auf, welche sich weder durch die wechselnden Verhältnisse der Hauptbestandtheile, noch durch für fremdartig gehaltene Beimengungen, wie As, S und P, genügend erklären lassen. Es scheint, wie SCHAFHÄUTL's[5]) Untersuchungen der beim Auflösen der Roheisenarten in Säure

1) DINGL. Bd. 124. S. 348.
2) Berggeist 1860. No. 19. B. u. h. Ztg. 1860. S. 502.
3) HAUSMANN, Molekularbeweg. S. 46, 85.
4) KARST., Arch. 2. R. XXV, 235.
5) ERDM., J. f. pr. Chem. 1859. Bd. 67. S. 257. Polyt. Centr. 1859. No. 14.

bleibenden Rückstände erwiesen haben, auf die Eigenschaften des Roheisens von wesentlichem Einfluss zu sein, ob sich z. B. das Silicium bloss mit Eisen oder gleichzeitig mit Kohlenstoff und Eisen, der Schwefel nur mit dem Eisen oder gleichzeitig mit Silicium verbunden hat.

Von WÖHLER[1]) ist nachgewiesen, dass beim Auflösen von siliciumhaltigem Roheisen in Salzsäure unter Entwicklung von eigenthümlich riechendem Siliciumwasserstoff nicht bloss Kieselsäure, sondern auch Siliciumoxyd zurückbleibt, woraus hervorgeht, dass Silicium in verschiedenen Zuständen im Roheisen vorhanden ist. Ebenso deutet die Beobachtung STRUVE's[2]), dass beim Auflösen von Roheisen in Salzsäure der Phosphor bald als Phosphorsäure vollständig in Lösung geht, bald theilweise als Phosphorwasserstoffgas entweicht, auf eine verschiedene Verbindungsweise desselben.

Auch fängt man an, dem schon früher von SCHAFHÄUTL[3]), BUCHNER[4]), BUFF[5]) u. A. im Roheisen entdeckten Stickstoff bei dessen Bildung eine nicht unwichtige Rolle zuzutheilen (S. 722). Nach den Untersuchungen von FREMY[6]) und CARON[7]) besitzt derselbe grosse Verwandtschaft zum Silicium und Titan. FLEURY (Mining Journ. 1861. No. 1329) schreibt einer Verbindung von Stickstoff mit Kohlenstoff die mehr oder weniger körnige Structur des Roheisens und Stahles zu.

Enthält gleich das Spiegeleisen meist mehr Kohlenstoff als die grauen Roheisensorten, so kommt doch auch kohlenstoffärmeres Spiegeleisen von der characteristisch ausgezeichnetsten Beschaffenheit vor (Vordernberger Spiegeleisen A. 1. No. 11), zum Beweise, dass nicht allein die Menge und Qualität des Kohlenstoffs bald graues, bald weisses Roheisen gibt, sondern dass bei dessen Bildung die eigenthümlichen speciellen Verbindungen, in welchen sich die Bestandtheile des Roheisens unter sich zu Gruppen vereinigen, eine Haupt-

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 104. S. 374.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 79. S. 321. B. u. h. Ztg. 1860. S. 448.
3) Polyt. Centr. 1840. S. 40.
4) Ibid. 1850. S. 614.
5) Ibid. 1850. S. 813; 1852. S. 1325.
6) DINGL., Bd. 158. Hft. 3. S. 209.
7) DINGL., Bd. 159. S. 121. Oester. Ztschr. 1861. S. 54.

rolle spielen. Ein Roheisen von Montlücon[1]) im Allier-Departement (B. 2, No. 27) zeichnet sich durch besonders hohen Siliciumgehalt und geringen Kohlenstoffgehalt aus. Interessant und auf verschiedene Verbindungsverhältnisse des Eisens mit Kohle, Silicium und anderen Stoffen hindeutend ist die Beobachtung EYFERTH's[2]), dass graues flüssiges Roheisen beim Umrühren mit 25 % Zinn viel Graphit und Kieselerde unter Bildung von kohlehaltigen Zinneisenlegirungen ausscheidet, während weisses Roheisen allerdings auch eine geringe Menge Legirung bildet, aber keinen Graphit entlässt. Wolframsäure wird nach BERNOULLI[3]) von weissem Roheisen nicht reducirt; mit grauem Roheisen entsteht ein Rohgussstahl, indem der Graphit als Reductionsmittel für die Säure dient und das Wolfram in den Stahl geht.

Oberflächenbeschaffenheit d. Roheisens.

Auf die Existenz solcher Verbindungen deuten auch die Ausscheidungen, welche man auf der Oberfläche des flüssigen und erstarrenden Roheisens beobachten kann. Je nach der Dünnflüssigkeit (Hitzigkeit) desselben zeigen sich auf dessen Oberfläche mehr oder weniger regelmässige stern-, ring- und punctförmige oder gestreifte Figuren, die, so lange das Eisen hitzig genug ist, immer von Neuem entstehen und wieder verschwinden. Sobald die Hitzigkeit abnimmt, hört das Farbenspiel auf und es zeigen sich je nach der Reinheit des Roheisens kleinere oder grössere Puncte und bei den schlechtesten Eisenarten Blasen (Wanzen), so dass die Grösse dieser Ausscheidungen (Narben) Kenntniss von der Qualität des Eisens geben kann (Probe der Förner auf den Oberharzer Eisenhütten). Diese Ausscheidungen bestehen aus, dem Roheisen beigemengten, fremdartigen Körpern, welche strengflüssiger und specifisch leichter, als dieses, an seine Oberfläche treten und hier von dessen flüssiger Eisenoxydulhaut oxydirt werden. Diese bilden dann die angedeuteten Figuren, welche dadurch ihre Beweglichkeit erhalten, dass die oberflächlich abgekühlte Roheisenschicht zu Boden geht und einer aufsteigenden wärmeren Platz macht. Das schwefelhaltige Roheisen von Altenauer Hütte zeigt von den

1) Ann. d. min. 4. sér. VI, 401.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 142.
3) DINGL., Bd. 159. S. 359.

Harzer Roheisensorten das schönste und lebhafteste Farbenspiel, und dieses tritt z. B. zu Ilsenburger Hütte am Harze bei verschiedenem Ofengang immer so regelmässig hervor, dass SCHOTT [1]) aus der Figurenzeichnung Schlüsse auf die Qualität des Roheisens macht, während dies sonst nur nach den beim Erstarren eintretenden mehr oder weniger grossen Puncten geschieht.

Ist das Roheisen von Anfang an dickflüssig (manches weisses Roheisen), so finden zwar auch Ausscheidungen statt, aber bei der geringen Beweglichkeit der Oberfläche fahren sie, gleichsam wie durch ein Sieb, durch dieselbe, reissen Eisen mechanisch mit fort und dieses veranlasst beim Verbrennen an der Luft ein Funkensprühen und ein dem Sieden ähnliches Geräusch. Je nach diesem verschiedenen Verhalten unterscheidet MAYRHOFER [2]) Blick- und Funkenausscheidungen. Eine Entwicklung von schwefliger Säure ist häufig bei Blickausscheidungen zu beobachten, weit weniger bei Funkenausscheidung, in Folge dessen solches Roheisen unter sonst gleichen Umständen ein rothbrüchiges Stabeisen gibt. Solche Ausscheidungen auf erstarrten Spatheisenstein-Roheisengänzen von den Eisenwerken bei Kaschau in Ungarn enthielten nach RICHTER [3]):

$\dddot{\bar{\text{Si}}}$	$\dot{\text{Mn}}\,\dddot{\bar{\text{Mn}}}$	$\dot{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Ca}}$	$\dot{\text{Mg}}$	$\dddot{\bar{\text{Al}}}$	$\dot{\text{Cu}}$	$\dddot{\text{S}}$	$\dddot{\bar{\text{P}}}$
48,74	39,45	3,45	4,21	2,28	0,89	0,12	0,28	Spr.

Es scheinen diese Narben oder Wanzen auf die Weise entstanden zu sein, dass sich bei hoher Temperatur in dem flüssigen Roheisen Verbindungen des Si mit Mn, Ca und Mg befinden, welche sich bei niedriger Temperatur, nach dem Abstechen, auf der Oberfläche des flüssigen Roheisens abscheiden und dann oxydiren. Die Anwendung des Mangans als Reinigungsmittel für Stahl und Stabeisen scheint darauf mit zu beruhen, dass sich dasselbe mit, für diese schädlichen, Stoffen, wie Schwefel, Silicium etc. verbindet und dann abscheidet. Krystallisirtes Schwefelmangan findet sich in Eisenhohofenschlacken ausgeschieden, auch trägt das Manganoxyd zur Entfernung der Phosphorsäure aus

1) Bgwfd. VI, 241.
2) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 38.
3) Leob. Jahrb. 1860. Bd. 9; 1861. Bd. 10. S. 327. B. u. h. Ztg. 1860. S. 208.

Eisensteinsbeschickungen und beim Puddeln bei, indem sich gebildetes phosphorsaures Manganoxydul selbst in der grössten Hitze nicht reducirt, während phosphorsaures Eisenoxydul reducirt wird. Die frühere Ansicht, dass das Mangan durch Eingehen ins Roheisen zur Güte desselben beiträgt, ist durch viele Analysen des Steier'schen und Siegen'schen Eisens widerlegt, welches meist nur Spuren davon enthält, indem sich bei dessen Erzeugungstemperaturen nur wenig oder gar kein Manganoxydul reducirt.

Analysen von Roheisen.

A. Weisses Roheisen.

1) Spiegeleisen.

No.	Fe	Graphit	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Cu	As	Al	Sb	N
1.	—	—	4,14	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—
2.	—	—	3,80	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—
3.	—	—	5,80	—	—	0,52	4,66	0,15	—	—	—	—
4.	—	—	5,11	0,001	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	89,72	—	5,14	0,002	0,08	0,56	4,50	—	—	—	—	—
6.	89,80	—	5,41	Spr.	Spr.	0,37	4,24	0,18	—	—	—	—
7.	89,63	0,72	3,10	0,05	0,05	0,17	6,95	0,08	—	—	—	—
8.	86,66	—	5,80	0,65	—	1,86	—	—	4,05	0,11	—	0,87
9.	—	—	4,09	—	—	0,26	—	—	—	—	—	—
10.	—	—	3,75	—	—	0,27	—	—	—	—	—	—
11.	93,180	—	3,746	—	—	0,433	2,234	—	—	—	—	—
12.	89,4715	—	5,5012	—	—	0,3412	0,0038	0,1665	—	—	Sn-0,1169	—
13.	94,03	—	5,14	Spr.	0,32	0,40	—	—	—	—	—	—

1) Spiegeleisen von Vordernberg von ausgezeichnet krystallinischer Structur und grossblättrigem Gefüge nach BUCHNER. 2) Desgleichen vollkommen krystallinisch nach Demselben. 3) Spiegeleisen von Lohhütte bei Müsen nach KARSTEN. 4) Spiegeleisen von Saynerhütte, den blumigen Flossen sich nähernd, nach KARSTEN; nach GURLT Fe^4 C + Fe^8 S. 5) Spiegeleisen von Hammhütte (Sayn-Altenkirchen) nach KARSTEN; nach GURLT $(Fe, Mn)_4$ C + Mn_4 Si + Mn_4 P + Mn_8 S. 6) Spiegeleisen von Lohhütte nach KARSTEN; nach GURLT Fe_4 C + Fe_4 Si. 7) Spiegeleisen von Mägdesprung am Harze nach BROMEIS. 8) Spiegeleisen von Alais nach SCHAFHÄUTL. 9) Spiegeleisen von Mosing mit eminent krystallinischem Gefüge nach BUCHNER. 10) Spiegeleisen von Eberstein in characteristischen Stücken

nach Demselben. 11) Desgleichen von **Vordernberg** nach SCHAFHÄUTL. 12) Desgleichen aus dem **Siegenschen** nach Demselben. 13) Aus Puddelschlacken nach LANG's und FREY's Verfahren erblasen.

2) Luckige und blumige Flossen.

	Fe	Graphit	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Cu	Mg	Ca	N
1.	—	—	3,31	—	—	Spr.	—	—	—	—	—
2.	—	—	3,08	—	—	0,15	—	—	—	—	—
3.	94,68	—	3,83	0,02	0,04	0,41	0,98	—	0,01	0,07	—
4.	—	—	3,18	—	—	0,58	0,22	—	—	—	0,93
5.	—	—	4,922	0,018	—	—	—	Spr.	—	—	—
6.	—	0,50	2,00	—	—	0,16	—	..	—	—	—
7.	—	0,50	1,90	1,40	1,20	1,20	0,38	—	—	—	—
8.	95,00	—	3,47	—	—	0,09	0,85	—	—	—	—
9.	96,182	—	2,902	—	—	0,533	0,221	—	—	—	—
10.	94,60	—	3,98	Spr.	—	0,42	1,54	—	—	—	—
11.	92,11	—	5,05	Spr.	—	0,83	2,00	—	—	—	—
12.	95,715	0,770	1,750	0,261	0,429	0,939	0,166	0,020	—	—	—

1) Luckiges Roheisen von **Vordernberg**, bläulichweiss, von strahlig-körnigem Gefüge, nach BUCHNER. 2) Desgleichen von **Plons**, Canton St. Gallen, dem vorigen ähnlich, aus Rotheisenstein mit Holzkohlen erblasen nach BUCHNER. 3) Grossluckige Flossen von Eisenerz, nach WIDTERMANN. 4) Kleinluckige Flossen, nach SCHAFHÄUTL. 5) Blumige Flossen aus Steyermark, nach KARSTEN. 6) Desgleichen von **Sava** in Kärnthen. 7) Desgleichen von **Calder** in England. 8 u. 9) Gross- und kleinluckiges Eisen von **Vordernberg** nach SCHAFHÄUTL. 10 u. 11) Luckige und strahlige Flossen von **Vordernberg**, n. MAYRHOFER. 12) Strahl. R. von **Gittelde** am Harze, nach F. WERLISCH.

3) Weisses gaares Roheisen.

	Fe	Graphit	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Al	Ca	Mg	Cu
1.	93,90		2,90	—	0,11	0,77	1,73	0,27	0,51	0,48	—
2.	—	—	3,90	—	—	0,50	4,60	—	—	—	—
3.	—	—	4,121	0,026	—	—	—	—	—	—	—
4.	—	0,550	2,908	—	0,415	0,314	5,336	—	—	—	0,144
5.	—	—	2,75	0,38	—	0,48	As 4,08	0,01	N 1,04	—	—
6.	—	—	1,91	1,11	—	1,01	—	0,06	N 0,72	—	—
7.	—	1,040	1,514	0,052	0,181	0,246	3,722	—	—	—	0,064
8.	—	0,32	2,80	—	—	0,16	—	—	—	—	—
9.	—	1,42	1,25	—	0,56	0,61	1,41	—	N 0,26	—	—

	Graphit	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Al	Ca	Mg	Cu Sand
	0,583	2,217	0,015	—	0,951	—	—	—	—	0,502
	1,75		0,06	—	2,00	—	—	—	—	—
	2,5		—	—	2,0	—	—	—	—	—
	—	3,40	—	—	0,14	—	—	—	—	—
63	0,877	2,451	2,516	0,913	1,124	2,715	—	—	—	—
5	—	4,94	Spr.	0,13	0,75	5,38	—	—	—	0,24
5	—	3,62	Spr.	3,26	0,25	2,00	—	—	—	Spr.
2	—	3,50	Spr.	0,27	0,62	—	—	—	—	—
8	—	2,40	Spr.	0,22	0,50	Spr.	—	—	—	—
	0,5345	4,3821	0,1636	0,0687	0,5255	—	—	—	—	—

1) Weisses Roheisen aus dalekarlischem Magnet-nerz. 2) Bestes Roheisen von Lekebergslag in Schwe-. 3) Weisses Roheisen von sehr gaarem Gange bei sem Winde erzeugt von Malapane, nach KARSTEN. Weisses Roheisen von Gaargange von Mägdesprung, n BROMEIS. 5) Weisses Roheisen von Alais, nach AFHÄUTL. 6) Weisses Roheisen von Creuzot, nach nselben. 7) Ordinäres weisses Roheisen von Mägde-ung, nach BROMEIS. 8) Weisses Roheisen von Louve-nt. 9) Roheisen, fast weiss, aus Raseneisensteinen mit zkohlen erblasen zu Gravenhorst in Westphalen, nach F. 10) Weisses Roheisen von Lancashire aus Blut-n, nach MILLER. 11) Siegen'sches Cokesroheisen, nach CHMUTH. 12) Siegen'sches Holzkohlenroheisen, nach nselben. 13) Weisses Roheisen aus Liezen in Ober-ermark, nach BUCHNER. 14) Desgleichen von Gart-rrie, nach GURLT. 15 u. 16) Schles. Roheisen, nach EL. 17 u. 18) Roheisen aus Puddelofenschlacken, nach n LANG'schen und FREY'schen Verfahren erblasen. 19) Von thehütte am Harze, nach HAHN.

4) Weisses grelles Roheisen.

	Graphit.	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Cu
1.	0,50	2,52	Spr.	0,40	0,33	3,27	0,11
2.	—	2,91	0,01	0,08	0,001	1,79	—
3.	—	2,70	—	—	0,10	—	—
4.	—	2,13	—	—	0,10	—	—
5.	—	3,60	—	—	0,66	—	—
6.	1,96	2,24	0,116	0,201	2,07	—	—

1) Grelles Roheisen von Mägdesprung, nach BROMEIS.

2) Grelles Roheisen von Hammhütte, nach BERTHIER. 3) Grelles Roheisen von Liezen in Obersteyermark, körnig, nach BUCHNER. 4) Desgleichen. 5) Weisses Roheisen von Joachimsthal, strahliges Gefüge, durch rasches Erkalten weiss geworden, nach BUCHNER. 6) Roheisen v. Rohgange von Königshütte am Harze, nach KUHLEMANN.

B. Graues Roheisen.

1) Graues Roheisen mit hohem Kohlenstoffgehalte.

	Fe	Graphit. C	chem. geb. C	S	P	Si	Mn	Cu	Al	Ca	Mg
1.	—	3,34		—	—	0,10	—	—	—	—	—
2.	—	0,20	2,72	—	—	0,26	—	—	—	—	—
3.	—	2,11	2,17	—	—	0,09	—	—	—	—	—
4.	—	2,47	1,35	—	—	0,70	—	—	—	—	—
5.	—	2,42	1,18	—	—	0,66	—	—	—	—	—
6.	—	2,79	0,71	—	—	1,53	—	—	—	—	—
7.	—	3,28	0,38	—	—	4,62	—	—	—	—	—
8.	—	3,83	0,26	—	—	·0,59	—	—	—	—	—
9.	—	3,85	0,48	Spr.	1,22	0,79	Spr.	—	Spr.	—	—
10.	—	3,48	0,95	Spr.	1,68	1,91	Spr.	—	Spr.	—	—
11.	—	2,71	1,44	Spr.	1,22	3,21	Spr.	—	Spr.	—	—
12.	—	1,99	2,78	Spr.	1,23	0,71	Spr.	—	Spr.	—	—
13.	—	3,04	0,57	0,003	—	0,57	Spr.	—	—	—	—
14.	—	3,314	0,488	0,033	—	—	—	—	—	—	—
15.	—	3,603		0,018	—	—	—	—	—	—	—
16.	—	4,41		0,060	0,01	1,04	—	0,01	—	—	—
17.	—	5,36		0,017	0,18	1,09	—	0,02	—	—	—
18.	—	2,73	0,95	0,01	—	1,20	—	—	—	—	—
19.	—	2,74	0,76	0,01	—	1,48	—	—	—	—	—
20.	—	6,05		0,06	6,37	2,41	6,28	—	0,08	0,46	0,25
21.	92,22	2,45	2,00	0,18	0,25	2,23	0,21	—	0,40	—	—
22.	93,000	2,540	2,00	—	0,175	0,973	1,190	—	0,100	—	—
23.	88,983	3,156	1,347	1,267	0,842	2,721	2,401	—	—	—	—
24.	90,236	2,641	1,021	1,139	0,928	3,061	0,834	—	—	—	—
25.	—	3,307	0,324	0,316	0,725	0,892	1,563	—	—	—	—
26.	—	3,5747	0,8585	0,0021	0,6025	2,3010	0,0666	—	—	—	—

1) Halbirtes Roheisen von der Lölling, nach BUCHNER. 2 u. 3) Stark und minder stark halbirtes Roheisen von Liezen, nach Demselben. 4) Graues Roheisen von Joachimsthal. 5—7) Graues Roheisen von Blansko, No. 7) schaumig und grobkörnig, n. Demselben. 8) Ueberkohltes schwarzgraues Roheisen von Liezen, nach Demselben. 9) Sehr graues Roheisen von Lerbacher Hütte

m Harze, bei Fichtenholzkohlen und kaltem Winde erbla-
en, nach BODEMANN. 10) Desgleichen bei bis 90° R. er-
itztem Winde erblasen. 11) Gaares graues Roheisen von
Königshütte am Harze, bei Buchenholzkohlen und 200°
eissem Winde erblasen, nach Demselben; nach GURLT Fe_8
C + Fe_8 Si + Fe_4 P. 12) Halbirtes Roheisen ebendaher,
ei kaltem Winde erzeugt, nach Demselben; nach GURLT
Fe_4 C + Fe_8 C + Fe_8 Si + Fe_4 P. 13—15) Graues
Roheisen von Königshütte in Oberschlesien, bei kalter
uft, bei heisser Luft und bei heisser Luft und Wasserdampf
rblasen, nach KARSTEN. 16 u. 17) Amerikanisches
Roheisen, nach SVANBERG. 18 u. 19) Graues Roheisen aus
Wiesenerzen bei kaltem und heissem Winde erblasen von
Vietz in der Neumark, nach KARSTEN. 20) Graues Roh-
isen aus Wiesenerzen zu Helbo in Helsingland. 21) Schotti-
ches Roheisen mit heisser Luft erblasen, nach SCHAFHÄUTL.
22) Von Mariazell, nach SCHAFHÄUTL. 23 u. 24) Sehr
graues und graues Roheisen von Gartsherrie, nach GURLT
= Fe_8 C. 25) Roheisen von Alexishütte bei Lingen,
nach BRAUNS. 26) Gaares graues Roheisen von Rothe-
hütte am Harze, nach HAHN.

2) Graues und halbirtes Roheisen mit niederem Kohlenstoffgehalt.

No.	Fe	Graphit	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Cu	Al	Ca	Na	K
1.	96,484	1,634	0,561	0,113	0,156	1,052	—	—	—	—	—	—
2.	96,44	0,78	0,83	0,27	0,16	1,52	—	—	—	—	—	—
3.	92,87	2,34	0,93	0,06	0,15	3,37	1,23	0,10	—	—	—	—
4.	90,57	3,38		0,18	—	4,86	—	—	1,01	—	—	—
5.	—	2,89		0,005	0,16	0,83	—	—	—	—	—	—
6.	—	2,39		0,004	0,08	1,90	—	—	—	—	—	—
7.	—	3,05		0,003	0,12	1,34	—	0,01	—	—	—	—
8.	—	2,30		0,30	0,48	1,30	—	—	—	—	—	—
9.	94,10	1,92	1,87	Spr.	0,21	1,30	1,12	—	—	0,05	0,16	Spr.
10.	96,57	1,67	0,95	0,11	0,36	0,51	1,16	—	—	Spr.	Spr.	0,42
11.	95,28	0,49	1,77	Spr.	0,12	0,31	0,34	—	—	0,10	0,19	—
12.	95,80	0,76	2,72	Spr.	0,37	0,11	0,54	—	—	0,06	0,14	—
13.	95,777	0,538	2,217	0,015	Spr.	0,951	Spr.	—	—	—	—	—
14.	—	2,056		Spr.	0,520	3,266	—	—	—	—	—	—
15.	—	1,500		0,088	—	3,500	—	—	—	—	—	—
16.	—	2,00		—	—	2,25	—	—	—	—	—	—
17.	94,99	3,72		—	—	0,15	0,99	—	—	—	—	—

No.	Fe	Graphit	C chem. geb.	S	P	Si	Mn	Cu	Al	Ca	Na	K
18.	89,314	2,110	1,793	1,480	1,171	2,165	1,596	—	—	—	—	—
19.	91,368	1,051	1,925	1,614	1,811	1,895	0,571	—	—	—	—	—
20.	95,61	2,12	0,78	0,06	0,29	0,99	0,15	—	—	—	—	—
21.	96,02	1,87	1,03	0,03	0,45	0,35	0,25	—	—	—	—	—
22.	95,87	2,62	0,18	0,08	0,11	1,19	Spr.	—	—	—	—	—
23.	94,36	2,83	0,47	0,02	0,37	1,10	0,85	—	—	—	—	—
24.	99,50	2,50		0,06	0,11	2,46	—	—	—	—	—	—
25.	—	1,18	1,71	Spr.	0,017	2,62	—	—	—	—	—	—
26.	90,1	1,5		Spr.	0,3	8,1	—	—	—	—	—	—

1 u. 2) Graues und halbirtes Roheisen von Hasslinghauser Hütte in Westphalen, nach LÜRMANN. 3) Graues Roheisen von Mägdesprung, nach BROMEIS. 4) Französisches Roheisen nach SCHAFHÄUTL. 5—7) Nordamerikanisches Roheisen, nach SVANBERG. 8) Roheisen von Iniscedwyn, bei Anthracit erblasen. 9—12) Roheisen von Süd-Staffordshire, die ersten beiden Sorten bei kaltem, die beiden letzteren bei heissem Winde erblasen, nach WRIGHTSON; Nr. 12 nach GURLT $Fe_4\ C + F_8\ C + Fe_8\ Si + Fe_4\ P$. 13) Holzkohlenroheisen von Lancashire, nach MILLER; nach GURLT $Fe_8\ C + Fe_8\ Si + Fe_8\ S$. 14) Roheisen von Ars-sur Moselle, nach LANGLOIS, mit Cokes, Holzkohlen und heissem Wind erblasen. 15 u. 16) Siegen'sches Cokes- und Holzkohlenroheisen. 17) Vordernberger halb. R., nach SCHAFHÄUTL. 18 u. 19) Halbirtes R. aus Gartsherrie, nach GURLT, Gemenge von Fe^8C und Fe^4C. 20—23) Belgisches, französ., schwed. und russ. Kanoneneisen, n. ABEL. 24) Aus Puddelofenschlacken nach LANG's und FREY's Methode erblasenes Roheisen. 25) R. von Königshütte am Harze, nach BIERWIRTH. 26) R. von Montlüçon, nach BOULANGER.

Oxyde.

§. 120. Oxyde. Es gehören hierher hauptsächlich die Zwischenproducte vom Abtreibeprozesse, als Glätte, Abzug, Abstrich und Heerd, ferner Glühspan etc.

Bleiglätte.

1) Glätte = $\dot{Pb}$, zuweilen geringe Mengen von $\dot{Cu}$, $\acute{Ag}$, $\bar{\bar{Fe}}$, $\dddot{S}$ und eingemengte Theile der Heerdmasse enthaltend, auch wohl $\dot{Pb}^3\ \bar{\bar{Sb}}$ und $Pb^3\ \bar{\bar{As}}$. Man unterscheidet gewöhnlich gelbe Frischglätte (zusammenhängende ge-

flossene Stücke von gelber oder grünlicher Farbe, Silberglätte), rothe Kaufglätte (ein leicht zerreibliches, schuppiges Product, Goldglätte) und schwarze (unreine) Glätte. Reine flüssige Glätte absorbirt nach FOURNET[1]) und LEVOL[2]) Sauerstoff und lässt denselben beim Erkalten, indem die erstarrte Kruste nach allen Richtungen hin aufspringt, wieder fahren. In den Spaltungen bildet sich die rothe Glätte, die zusammenhängenden Stücke geben gelbe Glätte. Beide Sorten haben dieselbe Zusammensetzung.

Die Glätte tritt nach den Untersuchungen von HAUSMANN[3]) und ULRICH[4]) häufig in kleinen Polyëdern[5]) als krystallinisch spaltbare Glätte und als sogenannte Federglätte auf.

Glätte in kleinen Polyëdern entsteht, wenn man den durch die Glättegasse austretenden Glättestrahl auf einen harten Körper, etwa eine Schaufel fallen lässt, wobei kleine Körnchen von bräunlicher oder grünlicher Farbe und mit polyëdrischer Form umherspritzen. Zuweilen kommen Gestalten vor, welche sich dem Rhombendodekaëder nähern. Diese Polyëder sind keine Krystallindividuen, sondern nur unregelmässige Verbindungen einer unbestimmten Anzahl von Krystallblättchen, deren Formen sich manchmal denen nähern, welche der Federglätte eigen sind.

Gelbe und rothe krystallinische Glätte bilden sich öfters an den vor dem Treibofen entstandenen Glättebatzen an Stellen, welche längere Zeit einer höheren Temperatur ausgesetzt waren, namentlich am Kopf des Batzens, welcher von der aus dem Glättloche entweichenden Hitze am meisten getroffen wird. Hier besonders entsteht eine stängliche und eine krystallinisch grossblättrige Varietät, welche letztere beim Zerspalten keil- oder pyramidenförmige Stücke liefert. Diese lassen sich wieder in dünne, der Federglätte ähnliche Blätter zerlegen und es scheint diese Mo-

1) ERDM., J. f. ök. Chem. I, 58, 64.
2) DINGL., Bd. 98. S. 34.
3) Nachrichten d. Götti[illegible]llsch. d. Wissenschaften 1855. No. 4.
4) B. u. h. Ztg. [illegible] S. 40.
5) ROSE, [illegible] d. 85. S. 294.

dification durch regelmässiges Zusammenwachsen von Federglättekrystallen entstanden zu sein.

Die Federglätte bildet sich, wie die vorige Modification, in Höhlungen des Glättebatzens ebenfalls besonders am Kopfe desselben als eine äusserst lockere Anhäufung durchsichtiger, gelber, zuweilen rother, sehr dünner tafelförmiger Krystalle, meist in Begleitung von metallischem Blei.

Nach den Beobachtungen von MITSCHERLICH[1]), HAUSMANN (c. l.), RAMMELSBERG[2]) und GRAILICH[3]) gehören die Bleioxydkrystalle dem rhombischen Systeme an und es ist kein Grund vorhanden, dem Bleioxyd Dimorphismus zuzuschreiben, da die von HOUTON LA BILLARDIÈRE[4]) und GAULTIER DE CLAUBRY[5]) gemachten Beobachtungen von Bleioxydvorkommnissen in regulären Dodekaëdern in Zweifel gezogen werden müssen.

Grössere Krystallblätter von Federglätte, welche z. B. bei einem durchgegangenen Treiben Gelegenheit sich zu bilden haben, stossen oft unter den verschiedensten Winkeln zusammen und geben dem Spiegeleisen ähnliche Gebilde. MARX[6]) und SANDBERGER[7]) beobachteten sechsseitige und geschobene 4seitige Tafeln. Wie bereits (S. 714) bemerkt, sammelt sich zuweilen ein in den Erzen nicht wahrnehmbarer Wismuthgehalt[8]) in den letzten Glätten vom Abtreiben an. Durch Reduction derselben und nochmaliges Abtreiben des Wismuthbleies lassen sich die Metalle grösstentheils trennen, indem sich nach PATERA[9]) Blei früher oxydirt als Wismuth. Eine aus schwarzer Glätte reducirte Metall-

Wismuthhaltige Glätte.

1) POGG., Ann. Bd. 49. S. 403.
2) Handb. d. krystall. Chem. 1855. S. 30.
3) Sitzungsber. d. mathem. naturwiss. Classe der Wien. Acad. d. Wissensch. Bd. 28. No. 4. des Jahrg. 1858.
4) Ann. de Chim. et Phys. VII, 218.
5) Ibid. XXXIII, 443.
6) ERDM., J. f. pr. Chem. III, 217.
7) Jahrb. d. Ver. f. Naturkde. in Nassau 1851. S. 134. GURLT, pyrog. Min. S. 44. LEONH., Hüttenerz. S. 353.
8) B. u. h. Ztg. 1854. S. 112; 1859. S. 67. Bgwfd. III, 289.
9) DINGL. Bd. 153. S. 423. Polyt. Centr. 1859. S. 1667. B. u. h. Ztg. 1859. S. 287.

masse mit 34,5 Bi und 65,5 Pb lieferte auf diese Weise behandelt 80 % von dem in Arbeit genommenen Wismuth.

Analysen von Glätte.

No.	$\dot{Pb}$	$\dot{Cu}$	$\bar{Fe}$	$\dot{Zn}$	$\dot{Ag}$	$\bar{As}$	$\bar{Sb}$	$\ddot{Si}$	$\ddot{C}$	$\dot{Ca}$
1.	96,21	0,82	0,41	1,31	0,008	1,21	—	—	—	—
2.	—	0,76	—	—	—	0,14		—	—	—
3.	—	0,95	—	—	—	1,56		—	—	—
4.	96,35	1,35	0,66	—	—	—	—	0,45	2,70	0,49
5.	94,68	0,59	0,59	—	—	—	—	0,59	2,00	—
6.	99,59	0,04	Spr.	—	—	—	0,02	—	—	—
7.	58,13	0,28	$\bar{Bi}$=35,25		0,71	—	—	3,75	—	—
8.	97,11	0,18	0,19	0,07	—	—	1,50	0,80	$\bar{Bi}$=	0,15

1) Gelbe Glätte von Muldener Hütte bei Freiberg, nach KERSTEN. 2) Frischglätte, ebend. 3) Desgl. von Halsbrücke, nach PLATTNER. 4) Rothe Glätte, ebend., nach RAMMELSBERG. 5) Schwarze Glätte, desgl. 6) Rastofenglätte von Clausthaler Hütte, nach BRÜEL. 7) Letzte Glätte von einem Reichtreiben zu Oker am Unterharze, nach ULRICH. 8) Wismuthhalt. Glätte von Lautenthaler Hütte, nach FRANKE.

Mennige.

2) Mennige, eine höhere Oxydationsstufe des Bleies, nach DUMAS = $\dot{Pb}^2\ \ddot{Pb}$, nach WINKELBLECH = $\dot{Pb}\ \bar{Pb}$, nach LONGCHAMP = $\dot{Pb}^4\ \bar{Pb}$, nach HOUTTON und MULDER = $Pb^4\ O^6$, bildet sich zuweilen mit mehr oder weniger krystallinischem Gefüge[1]) im Treibofen, beim Rösten der Bleierze und Bleisteine, in der Sohle von Bleiöfen und in Spalten des Gestelles von Eisenhohöfen. Ihr Krystallsystem ist nicht bekannt. Nach MITSCHERLICH ist die krystallinische Masse $\dot{Pb}^3\ \ddot{Pb}$, die derbe $\dot{Pb}^2\ \ddot{Pb}$.

Nach LEVOL[2]) absorbirt Bleioxyd unter dem Einflusse einer Base, der Feuchtigkeit der Luft und des Lichtes Sauerstoff aus der Luft und verwandelt sich in Mennige, z. B. Bleioxyd auf der Kapelle.

---

1) [illegible], Hüttenerz. S. 354. GURLT, pyrog. Miner. S. 45.
2) [illegible], J. f. pr. Chem. Bd. 64. S. 312.

Abstrich.

3) **Abstrich**[1], $\dot{Pb}$ gemengt mit verschiedenen Substanzen, namentlich mit $\dot{Pb}^3 \dddot{Sb}$, $\dot{Pb}^3 \dddot{As}$, $\dot{Pb}\,\ddot{S}$, $\dot{Cu}$, $\dot{Ni}$, $\bar{\dddot{Fe}}$, $\dot{Ag}$; eine schaumige bis dichte, grünlich schwarze, spröde Masse. Die dunkle Farbe rührt meist von einem Gehalte an $\dddot{Sb}$ her.

No.	$\dot{Pb}$	$\dddot{Sb}$	$\dot{Cu}$	$\bar{\dddot{Fe}}$	$\dot{Zn}$	$\dddot{As}$	S	$\dddot{Si}$	$\bar{\dddot{Al}}$	$\dot{Ca}$
1.	63,6	28,6	—	—	7,0	—	—	1,6	—	—
2.	84,4	9,0	0,8	—	5,2	—	—	—	—	—
3.	68,0	14,0	Spr.	4,0	—	—	—	—	14,0	—
4.	82,0	17,6	—	—	—	—	0,4	—	—	—
5.	95,5	—	0,5	0,3	1,1	2,3	—	—	—	—
6.	67,6	—	0,4	4,4	0,2	19,7	0,3		7,6	—
7.	86,8	—	—	—	—	6,2	—		5,0	—
8.	89,2	—	—	0,6	—	5,8	—		4,4	
9.	89,5	—	0,2	2,6	1,5	0,7	—	—	—	—
10.	67,13	31,10	Spr.	Spr.	0,38	—	2,23	—	—	—

1) Erster Abstrich v. Poullaouen. 2) Letzter Abstrich, ebend. 3) Zweiter Abstrich, von Holzappel. 4) Gewöhnlicher Abstrich, von Villefort. 5) Abstrich v. Freiberg. 6) Erster Abstrich v. Katzenthal. 7) Letzter Abstrich, ebend. 8) Gewöhnlicher Abstrich von Pontgibaud. 9) Abstrich, ebend., nach RIVOT. 10) Abstrich von Pattinson'schen Reichwerken zur Altenauer Hütte, nach ERNST.

Abzug.

4) **Abzug**[2], $\dot{Pb}$ gemengt mit denselben Substanzen, wie Abstrich, ausserdem noch mit $\dot{Pb}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Cu}$ und Herdmasse, von mehr oder weniger geschmolzenem Ansehn und dunkler Farbe.

No.	$\dot{Pb}$	$\dddot{Sb}$	$\dot{Cu}$	$\bar{\dddot{Fe}}$	$\dot{Zn}$	S	$\dddot{Si}$	$\bar{\dddot{Al}}$	$\dot{Ca}$	Pb
1.	35,1	4,8	4,6	5,4	5,0	6,8	5,8	0,8	0,7	32,4
2.	53,1	0,5	1,1	5,4	4,6	—	$\dddot{As}$=3,0	—	C 5,6	23,0

1) Abzug von Poullaouen, nach BERTHIER. 2) Abzug v. Pontbigaud, nach RIVOT.

Herd.

5) **Herd**, mit Glätte durchdrungene Herdmasse (S. 368). Herd von Joachimsthal enthält nach MARKUS:

$\dot{Pb}$	$\dot{Ca}$	$\bar{\dddot{Al}}$	$\dddot{Si}$	Sonst. Bestandthle.
70,6	11,2	1,5	3,5	13,2

1) u. 2) FOURNET, Bildung und Zusammensetzung des Abstrichs u. Abzugs. ERDM., Journ. f. ök. u. techn. Ch. I, 48, 63, 72.

Testasche.

6) Testasche vom Silberfeinbrennen, eine von den oxydirten, im Blicksilber enthaltenen fremden Metallen durchdrungene Herdmasse mit eingemengten Silberkörnern; oft wismuthhaltig, wenn auch in den Erzen und sonstigen Zwischenproducten dieses Metall nicht aufzufinden ist [Oberharzer und Unterharzer Hütten].[1])

Glühspan.

7) Eisenhammerschlag, Schmiedesinter, Glühspan entsteht beim Glühen des Stabeisens unter Luftzutritt, sowie beim Zängen und Ausschmieden desselben, und ist nach BERTHIER[2]) $\dot{F}e^4 \,\dddot{\bar{F}}e$.

Kupferasche.

8) Kupferasche, Kupferhammerschlag, Glühspan bildet sich als Ueberzug auf erhitztem Kupfer durch Oxydation desselben.

Pickschiefer.

9) Pickschiefer, vom Darren bleiischer Schwarzkupfer, besteht im Wesentlichen aus Kupfer- und Bleioxyd im Gemenge mit metallischem Kupfer und andern Oxyden.

Oxydische Röstproducte.

10) Oxydische Röstproducte sind bereits bei den Schwefelmetallen (S. 745) aufgeführt. Von den oxydischen Ofenbrüchen wird in §. 122 die Rede sein.

Oxychloride.

11) Oxychloride. Beim HAUPT'schen Kupferextractionsprozess[3]) durch chlorirendes Rösten erhaltenes Oxychlorid enthielt:

$\dot{C}u$	$CuCl$	$\dot{Z}n$	$\dddot{\bar{A}}l \,\dddot{\bar{F}}e$	$\dot{C}a\dddot{S}$	$\dot{H}$	$\dddot{S}i$ u. Sand
26,8	4,4	2,6	4,6	38,8	16,8	6,0

Kupferoxychlorid hat sich auf der Sohle des Schornsteines von Kupferflammöfen zu Coquimbo in Chile gebildet, indem bei der nahen Lage der Oefen am Meeresufer salzhaltiges Wasser zu dem auf der Sohle der Esse abgelagerten glühenden, oxydirtes Kupfer enthaltenden Flugstaub drang. Der Gehalt des Meerwassers an schwefelsaurem Natron lieferte auch schwefelsaures Kupferoxyd von der Zusammensetzung $\dot{C}u^3 \dddot{S}$, während das Oxychlorid aus

1) KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 471. Ders., die Rammelsberger Hüttenpr. 1861. S. 138.
2) KARST., Arch. 1. R. XI, 433; IX, 508; XIII, 36.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 89.

$\dot{C}u$	$CuCl$	$\dot{H}$	$Fe\ddot{S}$
53,11	30,73	16,14	Spur

$= \dot{C}u^3, ClH, \dot{H}$, bestand.[1])

Metallsalze.

§. 121. **Metallsalze.** Als eigentliche Zwischenproducte kommen die Metallsalze bei Hüttenprozessen auf trocknem Wege seltener vor; man könnte die metallreichen Schlacken, welche stets wieder in die Schmelzarbeiten zurückgehen, manche gut geröstete Erze und Steine etc. (S. 745) dahin rechnen. Bei Hüttenprozessen auf nassem Wege werden dieselben durch metallhaltige **Laugen**, z. B. beim ZIERVOGEL'schen und AUGUSTIN'schen Entsilberungsprozesse, repräsentirt.

Viertes Kapitel.

Von den Hüttenabfällen.

Begriff.

§. 122. **Allgemeines.** Man begreift unter Hüttenabfällen diejenigen Hüttenerzeugnisse, welche mehr zufällig sich bilden, von geringerer Bedeutung sind und um deretwillen der Hüttenprozess eigentlich nicht unternommen wurde. Sie werden entweder wegen eines Rückhaltes an nutzbarem Metalle oder wegen flussbefördernder Eigenschaften wieder in die Schmelzarbeiten zurückgegeben, oder als nutzlos weggeworfen. Es gehören hauptsächlich die folgenden Producte hierher: **Ofenbrüche**, **Flugstaub**, **Geschur** und **Gekrätz** und die **Schlacken**.

Ofenbruchbildung.

§. 123. **Ofenbrüche.** Dieselben (so genannt, weil sie mit Brechstangen ausgebrochen werden) bilden sich entweder durch directe Verflüchtigung eines zusammengesetzten Körpers (S. 685), oder durch Verbindung und Condensation verflüchtigter Körper an kalten Theilen des Ofens (S. 685), oder durch Infiltration heissflüssiger Massen ins Gemäuer, oder auf beiderlei Weise zugleich; dabei ist oft Gelegenheit zur Bildung schöner Krystalle vorhanden.

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 176.

Die auf erstere Weise in Schachtöfen erzeugten Ofenbrüche setzen sich gewöhnlich über der Form an den Schachtwänden ab, die durch Infiltration entstandenen dringen in das Gemäuer unterhalb der Form, in die Ofensohle oder den Sohlstein ein.

Manche Ofenbrüche erscheinen zellig, tropfsteinartig, häufiger als krystallinischer Ueberzug oder als kleintraubige und erdige Rinde, letztere zuweilen mit dünnen, schlangenförmig gewundenen Erhabenheiten besetzt. Vollkommen ausgebildete Krystalle gehören zu den Seltenheiten. [1])

Bleiofenbrüche.

1) Ofenbrüche aus Bleiöfen. Es sind hauptsächlich die nachfolgenden Bildungen beobachtet:

Bleiglanz.

a) Schwefelblei (Bleiglanz), öfters in Verbindung mit anderen Schwefelmetallen, wie $\dot{Fe}$, $\dot{Zn}$, $\overline{Sb}$, $\overline{As}$, $\dot{Ag}$, auch wohl mit Oxyden und schwefelsauren Salzen. Auf den Oberharzer Hütten[2]) bilden sich krystallisirte Ofenbrüche in den Bleiöfen, grosse Würfel meist mit treppenförmig vertieften Begrenzungsflächen und schönen Anlauffarben. Seltener kommen völlig ausgebildete Würfel mit matten und ebenen Begrenzungsflächen vor. [3]) Die Anlauffarben rühren wohl weniger, wie METZGER meint, von einem dünnen Schwefelüberzuge, als von einem höchst dünnen Ueberzug von Bleivitriol her. [4]) Diese Producte sind ohne Zweifel dadurch entstanden, dass Bleiglanz vor seiner Zersetzung dampfförmig wurde, sich an den kälteren Ofentheilen absetzte und in einem geschützten Raume allmälig erstarrte. Nach FOURNET schmilzt Bleiglanz schwerer als metallisches Blei, ist aber flüchtiger. Nach BECQUEREL [5]) kann Bleiglanz als Schwefelblei mittelst Sublimation in Würfeln und Octaëdern krystallisirt erhalten werden. In derben Massen stellt sich der regenerirte Oberharzer Bleiglanz

1) LEONH., Hüttenerz. S. 70.
2) HAUSM., Beitr. 1850. S. 9. KERL, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 400. GURLT, pyrog. Min. S. 20. LEONH.. Hüttenerz. S. 90, 346. ULRICH in B. u. h. Ztg. 1859. S. 245. LIEBIG's Jahresber. III, 26, 266, 778; IV, 17, 316, 827; V, 7, 12; VI, 7.
3) B. u. h. Ztg. 1853. S. 238; 1859. S. 245.
4) HAUSMANN in den Stud. d. Götting. Ver. bergm. Freunde V, 320.
5) POGG., Ann. Bd. 30. S. 46.

bald grob-, bald feinspeisig dar und unterscheidet sich von dem natürlichen nur durch seine Porosität. HAUSMANN hat Magnetkies. in demselben eingesprengten Magnetkies unter der Loupe deutlich erkannt. Nach METZGER[1]) besteht der in Würfeln krystallisirte Ofenbruch der Oberharzer Bleiöfen aus:

$\dot{P}b$	$\dot{F}e$	$\dot{Z}n$	$\dddot{S}b$	$\dot{A}g$
95,5	3,2	Spr.	2,5	Spr.

$\dddot{S}b$ und $\dddot{A}s$ gelangen durch directe Verflüchtigung in diese Ofenbrüche, $\dot{Z}n$ auf die S. 685 angegebene Weise, dagegen das feuerbeständige Fe S nach PLATTNER[2]) wahrscheinlich auf mechanischem Wege.

Bleivitriol. Nicht selten ist Bleivitriol[3]) in die Ofenbrüche eingesprengt, oder derselbe bildet einen weissen Ueberzug, oder das Schwefelblei geht unter Auftreibung der Flächen und Abrundung der Ecken und Kanten in Afterkrystalle von Bleivitriol über, wie in Rösthaufen (S. 745).

Der Bleiglanz dringt auch in Herd- und Gestellmassen, selbst ins Innere der Steine ein, bekleidet äussere Flächen, kommt gangartig in Klüften des Gemäuers vor und findet sich darin auch eingesprengt.

Aehnliche Krystalle, wie in den Oberharzer Bleiöfen fand HAUSMANN in Kärnthner Flammöfen und in den amerikanischen Bleiherden am Missisippi, sowie SANDBERGER auf den Werken zu Holzappel und Ems.[4])

Schwefelzink. b) Schwefelzink (Zinkblende), auf die S. 685 angegebene Weise gebildet, findet sich auf Lautenthaler Silberhütte am Harze[5]) von brauner, gelber und grüner Farbe, seltener krystallisirt, als derb mit ausgezeichnet blättrigem Gefüge und lebhaftem Demantglanz auf den Spaltungsflächen, auch strahlig und dünnstänglich.

Zinkoxyd. c) Zinkoxyd wurde von F. KNOCKE[6]) in gelblichgrünen Krystallen auf Barnsteinen in Lautenthaler Bleiöfen be-

1) B. u. h. Ztg. 1853. S. 238.
2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 128.
3) HAUSM., Beitr. S. 48. Dess. Molekularbewegungen. S. 59.
4) Jahrb. d. Ver. f. Naturk. in Nassau. 1851. S. 131.
5) HAUSMANN, Beitr. S. 13. GURLT, pyrog. Miner. S. 24.
6) HAUSM., Beitr. S. 54.

obachtet; auch bildet dasselbe den Hauptbestandtheil in den Unterharzer Bleiofenbrüchen (Ofengalmei), welche nach AHREND[1]) enthalten:

$\dot{Zn}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Cu}$	$\overline{Fe}$	$\overline{Al}$	$\dot{Ca}$	$\dddot{Si}$	$\ddot{C}$	$\dddot{S}$	·S	
80,29	8,27	0,23	5,06	0,35	Spr.	1,42	0,28	0,28	3,21	oder

$\dot{Zn}$	$\dot{Pb}$	$\overline{Fe}$	$\dot{Cu}$	$\dot{Zn}\dddot{S}$	$\dot{Zn}\dddot{Si}$	$\dot{Zn}\ddot{C}$	ZnS	PbS	$\overline{Al}$
71,52	4,80	5,06	0,23	0,56	2,66	0,65	8,19	3,72	0,35

Antimon-kupfernick

d) Antimonkupfernickel, $Ni^3 Cu^6 Sb^3 = 58{,}57$ Sb, 32,73 Cu und 8,97 Ni, von HAUSMANN[2]) in Gestalt lichtkupferrother, stark ins Violette stechender Nadeln in einer porösen, antimonhaltigen, bleiischen Masse im Stechherde eines Clausthaler Schliegofens gefunden, und früher schon von SANDBERGER (S. 755) im Bleistein von Ems und Holzappel beobachtet.

Antimonbl

e) Antimonblei fand sich in bleigrauen, nadelförmigen Prismen beim Aufbrechen der Sohle eines Bleiofens zur Muldner Hütte und bestand nach KERSTEN[3]) aus:

Pb	Sb	Cu	Zn	Ag
90,10	6,48	1,50	1,42	0,24

Bleigelb

f) Bleigelb (molybdänsaures Bleioxyd) beobachtete HAUSMANN[4]) in strohgelben Krystallblättchen auf gebranntem Thon des Herdes eines Kärnthner Flammofens.

Arsenige Säure.

g) Arsenige Säure in Andreasberger Bleiöfen (S. 727).

Magneteis

h) Magneteisen bildete sich nach ULRICH[5]) als Ueberzug auf den im Unterharzer Treibofen vor den Kannen hängenden Blättern (Schneppern) in Gestalt von sechsseitigen Tafeln, welche Octaëderabschnitte zu sein scheinen.

Eisen- u. Bl silicat.

i) Eisen- und Bleisilicat wurde als krystallinischer Ofenbruch von gelbbrauner Farbe und krystallinisch strahliger Textur auf der Sohle eines Bleiofens zu Victor-

1) KERL, Rammelsberg. Hüttenpr. 1861. S. 42.
2) HAUSMANN, neue Beitr. S. 12. B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.
3) LEONH., Hüttenerz. S. 382. Jahrb. f. d. sächs. B. u. H. 1842.
4) HAUSM., neue Beitr. S. 8. LEONH., Hüttenerz. S. 345. GURLT, pyrogen. Min. S. 97. LIEBIG, Jahresber. IV, 752; V, 11.
5) LEONH., Hüttenerz. S. 257.

Friedrichshütte am Harze gewonnen und bestand nach RIENECKER[1]) aus:

$\dot{Fe}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Ca}$	$\bar{Si}$
40,53	13,78	3,54	42,00

Rohofenbrüche.

2) Ofenbrüche aus Rohöfen, in welchen arme kiesige Erze auf Rohstein verschmolzen worden.

Schwefelzink.

a) Schwefelzink, öfters mit mehr oder weniger $\dot{Fe}$, $\dot{Pb}$ und geringen Mengen anderer Schwefelungen. In den Freiberger Rohöfen[2]) findet es sich von brauner, grüner, schwarzer und meist weisslich- und grünlichgelber Farbe, häufig parallelfasrig, mit ausgezeichnet blättrigem Gefüge und lebhaftem metallähnlichen Demantglanz. Ausgebildete Krystalle haben oft durch eine symmetrische Ausbildung der Flächen die Form sechsseitiger Prismen bei folgender Zusammensetzung:

	Zn	S	$\bar{Si}$	Pb
1.	65,75	33,13	1,40	—
2.	Spr.	13,38	—	85,39

1) Derber Ofenbruch aus einem Rohofen zur Muldner Hütte bei Freiberg, nach RAMMELSBERG, gelb, parallelfasrig, von starkem Glanze; spec. Gew. = 4,02, zuweilen von der Form sechsseitiger Prismen. 2) Desgl., nach LAMPADIUS.

Schwefelkupfer.

b) Kupferglanz[3]) fand SCHEERER[4]) in Begleitung von haarförmigem gediegenen Silber (S. 713), Bleiglanzkrystallen und krystallisirtem Magneteisen (S. 686) in der Herdmasse eines Freiberger Rohflammofens, welche von eingedrungenen Schwefelmetallen gangartig durchsetzt war. Die Magneteisenkrystalle mit Kernen von Schwefelmetallen, entsprechend der Zusammensetzung

$\dot{Cu}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Zn}$	$\dot{Sn}$	$\dot{Fe}\dot{Fe}$	$\dot{Fe}\bar{Fe}$
5,79	5,00	1,31	0,17	9,82	73,24

sind wahrscheinlich durch Einwirkung wasserhaltiger Luft

1) RAMMELSBERG, Met. S. 185.
2) GURLT, pyrog. Min. S. 24. B. u. h. Ztg. 1855. S. 128.
3) B. u. h. Ztg 1855. S. 303.
4) B. u. h. Ztg. 1855. S. 111.

auf geschmolzenes Schwefeleisen erzeugt, was PLATTNER[1]) durch andere Belegstücke bestätigt hat. Derselbe fand Magneteisenkrystalle, gebildet bei der Verschmelzung der Rückstände von der Silberextraction des Kupfersteins im Flammofen auf Schwarzkupfer.[2]) Neuerdings ist wieder unter ähnlichen Verhältnissen Magneteisenerz mit Kupferkies vorgekommen.[3])

Magneteisen.

c) Zinkoxyd. Die sogenannte Rohofenblume, der an der Brust der Rohöfen sich absetzende weisse Beschlag, besteht im Wesentlichen aus Zinkoxyd, enthält aber zuweilen schwefelsaures und kohlensaures Bleioxyd, gemengt mit den Säuren des Antimons; nach LAMPADIUS:

Rohofenblume.

$\dot{Z}n$	$\dot{P}b$	$\dddot{A}s$	$\dddot{S}b$	Ag	$\ddot{C}$
95,000	1,500	0,014	Spur	0,104	1,500

3) Ofenbrüche aus Kupferöfen von der verschiedensten Zusammensetzung, als:

Kupferofenbrüche.

a) Zinkblende blättrig krystallinisch, welche mit Schwefel, arseniger Säure, Realgar und Bleiglanz in den Riechelsdorfer Kupferschieferöfen sublimirt sich findet und nach GENTH[4]) besteht aus:

Schwefelzink.

Zn	Fe	Pb	Cu	Mn	Co	Ca	S
57,51	4,08	2,79	1,06	0,55	0,15	1,06	31,89

Aehnliche Vorkommnisse sind zu Atvidaberg[5]) in Schweden beobachtet, Zinkblende mit Zinkoxyd, als Sublimat in Rohöfen.

b) Kupferkies und Buntkupfererz fand REUSS[6]) im Ofenbruch auf der Sohle eines Kupferofens zu Hermannseifen in Böhmen.

Kupferkies.

c) Zinnoxyd[7]) in schönen langen Nadeln in den Höhlungen eines Kupferflammofenherdes bei Swansea, beim Verschmelzen zinnhaltiger Kupfererze erzeugt. Ein speise-

Zinnoxyd.

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 128.
2) B. u. h. Ztg. 1852. S. 278.
3) B. u. h. Ztg. 1855. S. 412.
4) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 37. S. 193. LEONH., Hüttenerz. S. 70, 355.
5) LEONH., Hüttenerz. S. 94.
6) LEONH., Jahrb. 1861. Hft. 1. S. 79.
7) GURLT, pyrogen. Min. S. 47.

ähnliches zinnhaltiges Product[1]) wurde zur Muldener Hütte bei Freiberg bei einer Spurarbeit des Kupfersteins im Flammofen abgeschieden.

Schwefelkupferblei.

d) Schwefelkupferblei, in einem Freiberger Flammofen in der Herdsohle gangförmig mit Blende, Kupferkies, Buntkupfererz und Kupfer über einem dem Bleiglanz genau entsprechenden, künstlichen Producte als blumig blättrige Masse gefunden und nach PLATTNER[2]):

Cu	Pb	Fe	Ag	Sb	S
41,928	38,600	0,367	1,100	0,655	17,400

entsprechend der Formel

$$9\ \dot{G}u + 5\ \dot{P}b,$$

wenn man die geringen Mengen von Fe, Sb und Ag vernachlässigt.

Neben diesem Producte lag ein kupferkiesähnliches, nach PLATTNER:

Cu	Pb	Fe	Sb	Ni	Ag	S
20,365	1,708	41,650	0,965	1,180	0,095	33,332

entsprechend: $\dot{G}u\dot{F}e + \dot{F}e,\ \dot{F}e.$

Schwefelkupferantimonblei.

Unter ähnlichen Verhältnissen kam daselbst in Tetraëdern, ähnlich wie die Zinkblende krystallisirt, Schwefelkupferantimonblei[3]), eine bournonitähnliche Verbindung, vor.

Auf den Mansfelder Hütten findet sich ein aus prismatischen, frei nebeneinander stehenden, oder sich kreuzenden Krystallen bestehendes Product, im Bruche silberweiss, grau, körnig, glänzend, magnetisch, theilweise mit $\dot{C}u\ \dddot{S}$ überkleidet und nach RAMMELSBERG[4]) zusammengesetzt aus:

Fe	Cu	Co	Ni	Mo	S
63,23	12,69	8,22	Spr.	8,40	9,43

Feldspath.

e) Feldspath. Auf der Leimbacher Hütte sind früher und auf Sangerhäuser Hütte im Mansfeld'schen im Jahre 1834 zuerst Krystalle von Orthoklas-Feldspath[5])

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 339.
2) GURLT c. l. S. 31. COTTA, Gangstud. II, 1. B. u. h. Ztg. 1852. S. 278.
3) GURLT c. l. S. 33.
4) Dess. Metallurgie. S. 229.
5) HAUSM., Beitr. S. 12. GURLT, pyrog. Min. S. 77. LEONH., Hüttenerz. S. 216. B. u. h. Ztg. 1859. S. 303. Berggeist 1859. S. 33.

gefunden. Dieselben bildeten auf ersterer Hütte glasglänzende graue Vierlinge, auf Ofensteinmasse sitzend und davon durch eine dünne Schicht Bleiglanz getrennt, auf letzterer Hütte blassviolette, röthlichweisse oder durch Kohlen schwärzlich gefärbte Krystalle theils in einiger Entfernung über der Form an der Formwand, theils in den Ritzen der Gestellsteine, theils auf Blende aufgewachsen. Die Bildung desselben hat wahrscheinlich durch Einwirkung flüchtiger Chlor- oder Cyanalkalien auf die Thonsubstanz der Ofenwände stattgefunden.

Dieselben haben folgende Zusammensetzung:

	$\dddot{\text{Si}}$	$\bar{\text{Al}}$	$\bar{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Ca}}$	$\dot{\text{Cu}}$	$\bar{\text{Mn}}$	$\dot{\text{Mg}}$	$\dot{\text{K}}$	$\dot{\text{Na}}$
1.	64,533	19,200	1,200	1,333	0,266	—	—	—	—
2.	65,953	18,501	0,685	4,282	0,128	—	—	10,466	
3.	65,03	16,84	0,88	0,34	0,30	0,36	0,34	15,26	0,65
4.	63,96	20,04		0,43	—	—	0,54	12,49	0,65

1 u. 2) Von Sangerhausen, nach HEINE. 3) Ebend., nach ABICH. 4) Von Leimbach, nach RAMMELSBERG.

Zinnofenbrüche.

4) Ofenbrüche aus Zinnöfen. Ein beim Umschmelzen der Zinnschlacken (Schlackentreiben) zu Altenberg in Sachsen erfolgtes gestricktes, federartiges Product enthielt nach PLATTNER[1]):

Sn	Fe	Cu	C
80,890	17,157	0,990	0,963

entsprechend $Fe^4C + 9\ Sn$.

Zinkofenbrüche.

5) Ofenbrüche aus Zinköfen. In den Ritzen der Zinkdestillirröhren, sowie am vordern Ende der Röhren und Muffeln finden sich zuweilen:

Zinkoxyd.

a) Zinkoxyd in kleinen nadelförmigen Krystallen von brauner und grüner Farbe, welche theils dem tesseralen, theils dem hexagonalen Systeme angehören.[2]) BREITHAUPT[3]) erkannte solche Krystalle als hexagonale Prismen theils mit hexagonalen, theils mit dihexagonalen Pyramidoëdern zugespitzt und mit der Basis abgestumpft. Nach WEBER enthalten solche braunen (1) und grünen Krystalle (2):

---

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 303. GURLT, pyrog. Min. 39.
2) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. II, 123. GURLT, pyr. Min. S. 43. LEONH., Hüttenerz. S. 359.
3) B. u. h. Ztg. 1855. S. 128.

	$\dot{Z}n$	$\bar{F}e$	$\dot{C}d$	$\dot{C}a$
1.	97,84	98,45	Spr.	Spr.
2.	98,45	0,24	—	1,45

Cadmiumoxyd. b) Cadmiumoxyd[1]), in Rissen schadhaft gewordener Destillirgefässe in Zinkhütten Oberschlesiens, schwarzbraune, lebhaft glasglänzende Octaëder mit Würfel- und Rhombendodekaëderflächen.

Chlorcadmium. c) Chlorcadmium[2]) sammelt sich beim Zugutemachen des Zinkstaubes (S. 731) im Montefioreofen in feinen, hellen Krystallblättchen an den Mündungen der Thonröhren an.

Eisenhohofenbrüche. 6) Ofenbrüche der Eisenhohöfen. Theils im Gestell, theils im Schachte derselben setzen sich mehr oder weniger krystallinische Gebilde von der verschiedensten Zusammensetzung ab.

a) Metalle.

Geschmeidiges Eisen. α) Geschmeidiges Eisen bildet sich leicht bei Rohgang, wenn noch oxydirtes Eisen ins Gestell gelangt und bereits gekohltes Eisen entkohlt. Es entstehen alsdann Eisenansätze im Gestell (das Frischen). Roheisen. Roheisen[3]) dringt zuweilen in Spalten der Gestellmasse ein, zuweilen kommt es im Innern gefritteter Sandsteine gangförmig vor und ist dann wohl, da keine Spaltenbildung wahrzunehmen, dampfförmig in den durch die Gluth erweichten Sandstein eingedrungen. Häufig findet sich gefritteter Sandstein mit Eisenkörnern. Ist solches Roheisen einer längeren Glühhitze ausgesetzt, so verändert dasselbe seine Textur.[4])

Nach dem Ausblasen der Oefen haben die Sandsteine oft ihre Structur verändert, sie zerspringen beim Daraufschlagen in ziemlich regelmässige, meist 5, aber auch 3, 4 und 9seitige Prismen.[5])

Blei. β) Blei[6]) findet sich häufig in grösseren Mengen unter dem Bodensteine, wenn bleihaltige Eisensteine verschmolzen

1) Dingl. Bd. 55. S. 118. Leonh., Hüttenerz. S. 384. Gurlt, pyrog. Min. S. 44. Liebig, Jahresber. V, 390; VI, 367.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 409.
3) Leonh., Hüttenerz. S. 242.
4) Hausmann, Molekularbew. S. 86.
5) Oest. Ztschr. 1857. S 207. Berggeist 1860. No. 96; 1861. S. 46, 139. Hausm., Molekul. S. 115.
6) Leonh., Hüttenerz. S. 343.

werden, und kommt bei einem grösseren Silbergehalt wohl zum Abtreiben (Oberschlesien). Man erhält das Blei entweder krystallisirt oder in kleinen Kugeln oder Platten oder tropfsteinartig.

γ) Zink[1] fand sich in Tropfen und in regulär sechsseitigen Krystallen in der Füllung eines Hohofens zu Jenbach in Tyrol, wahrscheinlich an Ort und Stelle durch Kohlenoxydgas aus Oxyd reducirt, welches zuvor aus verflüchtigtem und wieder oxydirtem Zink entstanden war.

b) Metalllegirungen.

α) Eisenblei hat sich mit von Mennige überzogenen Bleikrystallen in Ofensauen zur Marienhütte[2]) in Oberschlesien in federförmig gruppirten Metallnadeln von messinggelber bis blauschillernder Farbe gebildet und besteht nach NAUWERK und WERSKY aus: 88,76 Pb und 11,14 Fe $=$ Fe Pb^2. Blei und Eisen verbinden sich sonst nicht gern, wahrscheinlich nur, wenn Dämpfe des ersteren auf letzteres wirken.

Eisenblei

c) Metalloxyde.

α) Zinkoxyd, zinkische Ofenbrüche, Gichtschwamm, welche zuweilen aus reinem, in regulären sechsseitigen, gelben oder grünen, dem Grünbleierze ähnlichen Säulen krystallisirten Zinkoxyde (Harzer Eisenhütten, Königshütte in Schlesien), öfters aber auch nur aus einem Gemenge von Żn, den Oxyden des Eisens und erdigen Theilen bestehen, und eine dichte, schaalige, gelblich- oder graulichgrüne bis schwarze Masse, zuweilen mit blättrig-strahligem Gefüge, bilden.[3]) Formlose Kügelchen oder Blätter, bedeckt mit fast undurchsichtigen honiggelben rhomboidalen Krystallen fand HALDAT. Die Zinkoxydkrystalle pflegen sich besonders gern auf der Rast und den untern Thei-

Gichtschwamm

1) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 102.

2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 194. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. VII, 664. LEONH., Hüttenerz. S. 387.

3) KOCH, kryst. Hüttenpr. S. 24. HAUSMANN, in KARST., Arch. 2. R. [illegible] 24. ERDM., Journ. f. pr. Ch. VII, 341. Bgwfd. XI, 615. [illegible] Krystallkde. S. 14; XIII, 405, 406. LEONH., [illegible] pyrog. Min. S. 42. v. KRIPP, Ofen[illegible]hohöfen. Oesterr. Ztschr. 1857. S. 101.

len des Schachtes, zuweilen aber auch an höheren Theilen abzusetzen. Sowohl Erz als Brennmaterial und Zuschlagskalkstein können Zinkblende enthalten und zur Ofenbruchbildung beitragen. Man findet in solchen Gichtschwämmen auch wohl geringe Mengen von Chlorblei und Chlorkupfer. Man hat solche Ofenbrüche wie folgt zusammengesetzt gefunden:

	Żn	F̶e	Ṗb	[illegible]	[illegible]	S̶i	C	S	Erztheile
1.	74,9	13,9	0,8	[illegible]	[illegible]	2,5	—	—	—
2.	78,78	12,68	—	[illegible]	[illegible]	4,51	—	—	—
3.	80,10	—	—	[illegible]	[illegible]	—	4,20	Spr.	7,82
4.	70,0	2,0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	19,0	—	—	—
5.	89,14	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	1,57	—	—
6.	93,00	2,10	—	[illegible]	[illegible]	0,45	2,45	Żn	2,00
7.	97,77	1,21	—	[illegible]	[illegible]	0,64	0,08	—	—
8.	99,61	Spr.	—	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—
9.	99,00	0,26	—	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—

1) Derber G., nac [illegible]. 2) Desgl. von Hasselö, nach JOHNSON. 3) Desgl. von Lauchhammer, nach LAMPADIUS. 4) Desgl. von Seraing, nach COSTE. 5) Desgl. von Steegerhütte bei Kirchen, nach KRÄMER. 6) Desgl. aus einem Hohofen in Shropshire, n. CALVERT. 7) Desgl. aus einem Ofen von Benton County in Nordamerika, nach MALLET. 8 u. 9) Kryst. Ofenb. von Kiefer in Tyrol, nach v. KRIPP, grüngelbe und braune Krystalle.

Mennige.

β) Mennige[1]) kommt derb und vom reinsten Morgenroth, gewöhnlich mit metallischem Blei, im Ofengestell vor.

Magneteisenstein.

γ) Magneteisenstein.[2]) Eisen in der Weissglühhitze der Flammöfen oder Schmiedefeuer verbrannt, bildet oft schöne Krystalle von diesem Producte; desgl. erzeugt sich dasselbe beim Rösten von Spatheisenstein, ferner an den gusseisernen Platten, welche zur Abhaltung von Feuchtigkeit unter den Bodenstein des Gestells in Eisenhohöfen gelegt werden, in Drusenräumen der Eisenhohofenschlacken, wenn in Ritzen des Wallsteins flüssiges Roheisen eindringt etc.

---

1) LEONH., Hüttenerz. S. 354.
2) Bgwfd. X, 349. LEONH., Hüttenerz. S. 256. HAUSMANN, Molekularbeweg. 1856. S. 52.

Auch Eisenglanz ist von HAUSMANN im Massengestelle des Altenauer Hohofens am Harze gefunden worden.[1]

Eisengla

Magneteisenstein aus Drusenräumen geschmolzener Massen des Eisenhohofens zu Chatillon sur Seine enthielt nach LAURENT und HOLMS:

$\dddot{F}e$	$\dot{F}e$	$\ddot{S}i$.
58	35	7.

d) Kieselsäure.

Eisenasb

Eisenasbest, Grignons Eisenamyanth[2]), theils erdig, theils mit concentrischer, fasriger, seidenglänzender Absonderung, in kugeligen und traubigen Formen, in Sohlsteinen, in Höhlungen der Gestellmasse und am meisten in Eisensauen, entweder für sich, oder mit Graphitblättchen oder Cyanstickstofftitan; durch Oxydation von reducirtem Silicium oder durch Zerlegung von Fluor-, Schwefel-[3]), Chlor-, Stickstoffsilicium[4]) mittelst Wasserdämpfen erzeugt. Nach SCHEERER[5]) kann das Silicium als krystallinisches Oxyd abgeschieden sein, welches mit Beibehaltung der früheren Gestalt durch weitere Oxydation in Kieselsäure umgewandelt worden. NEUMANN[6]) fand fasrige Kieselerde an dem Lehmbeschlag einer grossen Gusseisenpfanne nach erfolgtem Ausleeren derselben. Wahrscheinlich hat sich dieselbe durch Oxydation des Siliciums im Gusseisen bei Einwirkung der aus dem feuchten Lehm rapid entweichenden Wasserdämpfe gebildet. Auch fand sich dieselbe in Schöpfherden.

Ausscheidungen, welche der Kieselerde sehr ähnlich sind, können aus kohlensaurem Kalk (Ansätze in Vertiefungen des Tümpelsteines zu Blansko in Mähren)[7]) oder wirklicher Asbestmasse[8]) bestehen.

1) HAUSMANN, Beitr. S. 18. LEONH. c. l. S. 271.
2) KOCH, krystallin. Hüttenprod. S. 34. LEONH., Hüttenerz. S. 205. GURLT, pyrogen. Min. S. 40. B. u. h. Ztg. 1858. S. 107; 1860. S. 244. KRAUS, Jahrb. 1855. S. 450.
3) DINGL. Bd. 125. S. 313; Bd. 158. S. 209. Oest. Ztschr. 1861. S. 54. LIEBIG, Jahresber. V, 341; VI, 326.
4) POGG., Ann. Bd. 108. S. 651. B. u. h. Ztg. 1860. S. 244.
5) B. u. h. Ztg. 1858. S. 107.
6) KRAUS, österr. Jahrb. 1855. S. 450.
7) LEONH., Hüttenerz. S. 212.
[illegible]. 336. Bgwfd. X, 349.

Ein Eisenamyanth von Olsberger Hütte[1]) in Westphalen mit 2,59 spec. Gew. enthielt nach SCHNABEL:

$\dddot{Si}$	$\dddot{\bar{Al}}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$ $\dot{Fe}$
98,13	1,24	0,46	Spr.

e) Schwefelungen.

Zinkblende. α) Zinkblende[2]) fand sich im Gestelle des Hohofens zu Ilsenburg am Harze.

Manganblende. β) Manganblend... (Schwefelmangan), in Uebereinstimmung mit dem natü... [illegible] ...felmangan, fand MENTZEL[3]) mit Cyanstickstof... [illegible] ...hlackenbrocken eines oberschlesischen Hohofe... [illegible] ...tallinisch-körnigen und derben Partien, in Octaëd... [illegible] ...Würfeloctaëdern, theils nur an Kanten und Ecken [illegible] ...det und mit tropfenförmig vertieften Flächen.

HAUSMANN[4]) fand i... [illegible] ...n Gestellmassen der Altenauer Eisenhütte [illegible] ...mit Cyaneisentitan ein ähnliches Product, welches [illegible] ...gnetisch war und Eisenreac-

Halbschwefeleisenmangan. tion gab. Dasselbe dürfte mit dem Halbschwefeleisenmangan $\dot{Fe}\dot{Mn}$ identisch sein, welches KARSTEN[5]) und später SCHWARZ und SCHNABEL[6]) in regulären, schwarzen, stark glänzenden Octaëdern mit Hohofentitan in Cokeshohöfen zu Gleiwitz und Königshütte in Oberschlesien entdeckten.

KARSTEN fand das Product zusammengesetzt aus:

Mn	Fe	S	Schlacken u. Kohle
54,60	22,00	18,50	3,10
41,17	34,56	20,93	3,25.

Schwefelcalcium. γ) Schwefelcalcium, nach MAYRHOFER[7]) im Gicht- und Tümpelrauch, im Gestell als weisse Knollen. Ein aus S, Fe, Mn, Si, Vd, Cr, Al bestehendes Product fand VOGELSANG[8])

1) POGG., Ann. Bd. 85. S. 462.
2) LEONH., Hüttenerz. S. 356.
3) LEONH., Hüttenerz. S. 78, 366.
4) HAUSMANN, Stud. d. Gött. Ver. 1856. VII, 75.
5) KARST., Arch. 2. R. IX, 518. ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 19. S. 451. GURLT, pyrogen. Min. S. 31. LEONH., Hüttenerz. S. 387.
6) Verh. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westphalen. 11. Jahrg. 1854. S. 45. Preuss. Zeitschr. Bd. 3. Lief. 4
7) Leoben. Jahrb. Bd. X, 1861. S. 324.
8) B. u. h. Ztg 1843. S. 601; 1844. S. [illegible]

auf der Friedrich-Augusthütte im Plauenschen Grunde. — Eine ebendaselbst nach dem Abstechen des Eisens nachlaufende Masse, stark funkensprühend und sehr hitzig, feinkörnig, spröde, dunkelspeissgelb auf frischem Bruche, enthält nach KERSTEN[1]) S = 28,12, Fe = 70,51 und kleine Mengen Mn, Si, Cr, Vd.

f) Haloidsalze.

Chloralkalien.

α) Chloralkalien.[2]) Der Gehalt der Asche[3]) des Kalksteins und Eisensteins der Beschickung etc. an flüchtigen alkalischen Salzen gibt zur Absetzung von Chlorkalium und Chlornatrium in den oberen Theilen des Ofenschachtes, besonders da, wo sich die Rast ihm anschliesst, Veranlassung. Nach BUNSEN und PLAYFAIR[4]) enthielt das in dem Hohofen von Alfreton zur Verschmelzung kommende Eisenerz 0,743 % $\dot{K}$, die Steinkohle 0,07 % $\dot{K}$, nach SCHRAMM[5]) und FAIST[6]) würtemberg'scher Kalkstein kohlensaures und salzsaures $\dot{K}$ und $\dot{Na}$; nach ECK[7]) zur Königshütte in Oberschlesien verschmolzener Thoneisenstein 0,11 %, der Zuschlagskalkstein 0,177 % und die Steinkohlen, aus denen die Cokes hergestellt waren, 0,001 % $\dot{K}$. Kohleneisensteine sind oft reich an Kali und stammt dieser Gehalt, sowie auch der der Steinkohlen, aus dem beigemengten Schieferthon.[8])

Chlornatrium und Chlorkalium kommen gemengt, sowohl derb als in Würfeln krystallisirt vor. Nach ZINKEN[9]) fanden sich dieselben in dem Hohofen von Zorge und Rothehütte am Harze in der Gegend der Rast; KOCH[10]) entdeckte dieselben zu Zorge und Königshütte am Harze in Gesellschaft von Blei und Bleioxyd in bedeutender Menge auf der Rast, zu Rothehütte in Spalten und Rissen der Vorwand.

1) POGG., Ann. Bd. 59. S. 121.
2) LEONH., Hüttenerz. S. 324, 380. GURLT, pyrogen. Min. S. 54.
3) Bgwfd. V, 285.
4) ERDM., Journ. f. pr. Ch. XLII, 392.
5) ERDM., Journ. f. pr. Ch. XLVII, 440.
6) Ibid. XLVII, 446.
7) KARST., Arch. 2. R. XXIV, 286.
8) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243.
9) BREISLACK's Geologie, übersetzt von STROMBECK. I, 367.
10) KOCH, Beitr. z. Kenntn. kryst. Hüttenpr. S. 83.

Auch der pulverförmige, gelblich weisse Ansatz aus der Tümpelflamme enthält häufig Chloralkalien. Berthier[1]) fand einen solchen zusammengesetzt aus:

Sand	$\dddot{Si}$	$\dot{Ca}\ddot{C}$	$\dot{Fe}\dddot{\overline{Fe}}$	$\dot{\overline{Mn}}$	$\dot{K}\ddot{C}$	K Cl	$\dot{K}\dddot{S}$	$\dot{Zn}$	$\dot{H}$, C
38,0	9,0	21,5	8,0	4,0	10,1	0,4	1,0	1,0	7,0

Cyankalium.

β) Cyankalium. Nachdem Cyankalium zuerst von Clark[2]) in dem Hohofen von Clyde bei Aberdeen in Schottland beobachtet worden, ist man auf seine Bildung aufmerksamer geworden und hat dieselbe in neuerer Zeit mehrfach nachgewiesen.[3]) Sie findet bei Gegenwart von Kohle, Stickstoff (Luft) und starken Basen (Alkalien, Kalk, Baryt etc.) in hoher Temperatur statt, Bedingungen, welche im Gestelle des Eisenhohofens vorhanden sind. Das Kalisalz wird in Dampfform verflüchtigt und tritt entweder durch die Gicht aus dem Ofenschachte oder unter der Ofenbrust hervor und setzt sich dann über derselben als weisses oder graues Pulver, mit mehr oder weniger Kohle und Erzstaub gemengt, ab. Wegen theilweiser Zersetzung in feuchter Luft besteht dasselbe meistens aus einem Gemenge von K Cy, $\dot{K}$ $\dot{C}y$ und $\dot{K}$ $\ddot{C}$, auch enthält es bei Gegenwart von $\dot{K}$ $\ddot{C}$ gewöhnlich ein demselben entsprechendes Ammoniaksalz, sowie mehr oder weniger Kohleneisen beigemengt.[4])

Bunsen und Playfair[5]) haben die sehr deutliche Bildung dieses Salzes in englischen Hohöfen, Zinken und Bromeis[6]) im Hohofen zu Mägdesprung am Harze, im Gestelle des ausgeblasenen Hohofens im Gemenge mit Kohle und Blei gefunden; Eck[7]) in den Hohöfen zu Königshütte in Oberschlesien.

---

1) Leonh., Hüttenerz. S. 380.
2) Pogg., Ann. XL, 315.
3) Berzelius, Jahresber. 1846. S. 213. Erdm., Journ. f. pr. Ch. XLI, 161; XLIX, 191, 351; LIV, 133. Liebig, Jahresb. 1850. S. 350. Polyt. Centr. 1852. S. 61. Dingl., XCV, 93. Berggeist 1861. No. 18.
4) Bgwfd. V, 285. Leonh., Hüttenerz. S. 385. Gurlt, pyrog. Min. S. 56.
5) Erdm., Journ. f. pr. Ch. XI, 124; XXV, 246; XXXIII, 197; XLII, 392.
6) Bgwfd. IV, 289. B. u. h. Ztg. 1842. S. 69.
7) Karst., Arch. XXIV, 286.

Der Hohofen zu Mariazell in Steyermark liefert nach REDTENBACHER[1]) Cyankalium für den Handel.

Nach BUNSEN's und PLAYFAIR's Betrachtungen befindet sich das K Cy innerhalb eines Raumes zwischen Form und Kohlensack, nach MÜLLER[2]) auch über dem Kohlensack, und nach LÖWE und REDTENBACHER wird dasselbe auch in den Röhren gefunden, durch welche die Gase aus der Gicht streichen. PETERS[3]) entdeckte dasselbe in den Beschlägen am Tümpel und an der Gicht.

Salzkrystalle aus einem Mägdesprunger Hohofen bestanden nach BROMEIS aus:

Fe	K	Cy	$\dot{H}$
12,40	37,40	37,40	12,80

Hohofentitan.

γ) Cyanstickstofftitan (Hohofentitan), entweder als rothe, derbe Masse oder in kupferrothen Würfeln, seltener in Octaëdern[4]), sehr häufig in Drusenhöhlen mit Graphit und Kieselerde, gewöhnlich in Ofensauen und Spalten der Gestellsteine und wohl gar unter dem Gestellraume sich findend.

Das Vorkommen dieses Products ist schon seit 1757 aus den Hohöfen zu Bayard durch GRIGNON bekannt und 1822 auch von WOLLASTON auf englischen Hütten bemerkt und dann mehrfach auch auf deutschen Eisenhütten beobachtet worden.[5])

LAUGIER und WOLLASTON erklärten die Würfel für metallisches Titan, und diese Ansicht ist bis in die neueste Zeit die herrschende gewesen, wo erst WÖHLER[6]) gezeigt hat, dass sie eine Verbindung von Ti Cy + 3 $Ti^3 \dot{N}$ von folgender Zusammensetzung sind:

---

1) Ann. d. Ch. u. Pharm. XLVIII, 150.
2) Bgwfd. V, 285.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243.
4) Oesterr. Zeitschr. 1858. S. 367.
5) SCHWEIGG., Journ. XLI, 80; XLIV, S. 47. KARST., Arch. IV, 351. KARST., Arch. 1. R. IX, 524. POGG., III, 175; LXXXIII, 596. LEONH. und BRONN, Jahrb. 1837. S. 582. WERNER, Darstellung von Ti aus Titaneisenschlacke: ERDM., Journ. f. pr. Ch. XVI, 212. LEONH., Hüttenerz. S. 75, 369. GURLT, pyrogen. Min. S. 57. LIEBIG, Jahresber. I, 401; IV, 343, 751.
6) POGG., Ann. Bd. 78. S. 401. ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. 50. S. 220.

	Ti	N	C	Graphit
1.	77,26	18,30	3,64	0,92
2.	78,00	18,11	3,89	—

1) Gefunden. 2) Berechnet.

Die Bildung dieser Krystalle steht nach Wöhler mit der des K Cy in Verbindung, und dieselben wurden mikroskopisch beim Behandeln von Rutil und Blutlaugensalz bei Eisenschmelzhitze erhalten. Nach neueren Versuchen von Wöhler und Deville[1]) verbindet sich Stickstoff direct mit Titan bei hoher Temperatur im Entstehungszustande. Vielleicht rührt nach Scheerer (Met. II. 186) die Strengflüssigkeit der titanhaltigen Eisensteine daher, dass das Titan im unteren Schachtraum das zur Kohlung des Eisens so wirksame Cyan absorbirt und damit die obige Verbindung erzeugt.

Da von Zinken[2]) die Flüchtigkeit dieser Würfel erwiesen worden, so sind sie für ein Sublimationsproduct zu halten und ihr Vorkommen unterhalb des Gestellraumes ist durch Abwärtsdringen von Dämpfen vermittelst des Druckes im Gestell zu erklären. Das häufige Vorkommen von Titanwürfeln mit Kieselsäure lässt auf eine Verbindung von Kiesel mit Titan schliessen. Wöhler[3]) stellte Aluminium-Titan-Silicium dar.

Grosse Massen Hohofentitan fanden sich z. B. nach Blumenau[4]) im Hohofen zu Rübeland am Harze, zu Horzowitz[5]), zu Whitehaven[6]) in England etc.

Chlorkupfer. δ) Chlorkupfer und Chlorblei finden sich zuweilen in geringen Mengen in den Gichtschwämmen.

g) Sauerstoffsalze.

Bleisalze. α) Bleisalze. Kohlensaures Bleioxyd fand Koch[7]) in einem Hohofengestell zur Burger Eisenhütte im Nassauischen; phosphorsaures Bleioxyd Nöggerath[8]) auf

1) Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. 1857. Bd. 103. S. 230.
2) Pogg., Ann. Bd. 28. S. 160.
3) Erdm., J. f. pr. Chem. Bd. 80. S. 255.
4) Polyt. Centr. 1849. S. 36. Bgwfd. XII, 875.
5) Oesterr. Ztschr. 1858. S. 46.
6) B. u. h. Ztg. 1859. S. 176.
7) Leonh., Hüttenerz. S. 344.
8) Leonh., Jahrb. f. Min. 1847. S. 47.

der Asbacher Hütte in wohlausgebildeten sechsseitigen Prismen, aus 88,23 % phosphorsaurem Bleioxyd und 11,89 % Chlorblei bestehend und auf Mauersteinen aufsitzend.

Alkalische Salze. β) Alkalische Salze, namentlich kohlensaures Kali und Natron, fanden sich nicht selten mit den Chlor- und Cyanalkalien zusammen.

Silicate. γ) Silicate, und zwar:

Feldspath. Feldspath (Orthoklas) von HAUSMANN[1]) in schön ausgebildeten Krystallen von gelblich-grünlich- oder grünlich-weisser Farbe in Höhlungen der Raststeine auf Josephhütte bei Stolberg am Harze gefunden. Kalkfeldspath (Labrador) fand sich in einer krystallinischen Schlackenmasse im Sohlstein des Hohofens zu Veckerhagen mit Roheisen und Graphit, nach WICKE[2]) von der Zusammensetzung:

$\ddot{\mathrm{Si}}$	$\bar{\mathrm{Al}}$	$\dot{\mathrm{Ca}}$	$\dot{\mathrm{Fe}}$	$\dot{\mathrm{Mn}}$
66,2	10,4	21,0	1,9	0,1

oder $\dot{\mathrm{R}}\,\ddot{\mathrm{Si}} + \bar{\mathrm{Al}}\,\ddot{\mathrm{Si}}^3$.

Mangankiesel. Mangankiesel im Bodenstein des Hohofens zu Plons bei Sargans als rindenförmige Substanz nach WISER.[3])

Olivin. Olivin nach G. v. RATH[4]) an dem unteren Rand des gusseisernen Cylinders, welcher den Mantel des Gasfanges auf der Gicht des Hohofens zu Mühlhofen zur Sayner Hütte bildet.

Geschmolzener Schieferthon. Durch die Hitze der Cokesöfen auf der Eisenhütte Concordia bei Eschweiler fand sich nach v. DECHEN[5]) in Masse geschmolzener Schieferthon, in die darunter liegenden Canäle eingedrungen, von ganz schwarzer Farbe, muschligem Bruch, sehr hart, pechsteinähnlich und von folgender Zusammensetzung: $\ddot{\mathrm{Si}}$ 70,73, $\bar{\mathrm{Al}}$ 8,95, $\dot{\mathrm{Fe}}$ und $\dot{\mathrm{Mn}}$ 19,51, $\dot{\mathrm{Ca}}$ 0,19, Glühverlust 0,20 %.

h) Metalloide.

Graphit. α) Graphit, Eisenschaum, Gaarschaum, bildet sich hauptsächlich bei Erzeugung des grauen Roheisens in

1) HAUSM., Beitr. S. 44. Bgwfd. X, 15. Polyt. Centr. 1850. S. 815.
2) HAUSM. c. l. S. 31. LEONH., Hüttenerz. S. 220.
3) LEONH., neues Jahrb. 1843. S. 462.
4) Berggeist 1859. N. 2. B. u. h. Ztg. 1859. S. 107.
5) [illegible] 1861. S. 208.

krystallinischen Massen, in hexagonalen Tafeln, in Schuppen und Blättchen, kugelig, baumförmig, erdig und abfärbend etc. in Blasenräumen des Eisens und der Schlacken, häufig zwischen Roheisen und Schlacken, in Höhlungen und Ritzen der Gestellsteine, auf Roheisen und Schlacken etc.

Nachdem von LAURENT die Flüchtigkeit des Kohlenstoffes in erhöhter Temperatur dargethan, lässt sich das Auftreten desselben in Spalten und Rissen des Gestelles und sogar in der Ofenfüllung hinter dem Kerngemäuer (Niederbronner Hütte) durch sein Flüchtigwerden erklären. In Dampfgestalt dringt der Kohlenstoff gemeinschaftlich mit dampfförmigem Eisen in Blasenräume der Schlacken. Während hier der Kohlenstoff krystallinische Beschaffenheit in den oberen Theilen der Blasenräume annimmt, wird der Eisendampf zunächst zu flüssigem Eisen condensirt, welches dann in kleingetropfter Gestalt und zum Theil mit oxydirter Oberfläche den unteren Theil der Blasenräume einnimmt und auch wohl die Unterlage für Graphitabsätze bildet.

Ein derartiges Zusammenvorkommen von Eisen und Graphit ist häufig zu beobachten und bereits von KARSTEN und HAUSMANN [1]) darauf aufmerksam gemacht. LEONHARD führt in seinen „Hüttenerzeugnissen" S. 301—322 viele Beispiele für ein derartiges Graphitvorkommen und Entstehen an. Der unmittelbar auf grauem Eisen abgeschiedene Graphit hängt mit der Bildungsweise des Eisens zusammen (S. 764) und tritt um so vollständiger hervor, je höher die Erzeugungstemperatur und je langsamer die Abkühlung des Roheisens. Nach SCHAFHÄUTL [2]) bildet sich Graphit aus Steinkohlenklein, wenn man flüssige Puddelschlacken darauf fliessen lässt, nach F. OSANN [3]) auch auf Puddelschlacken selbst.

Zusammensetzung des Graphits.

Man hielt den Graphit früher für eine Verbindung von Kohlenstoff mit Eisen, bis KARSTEN [4]) nachwies, dass es auch ganz eisenfreien Graphit gebe und Eisen mechanisch beigemengt sein könne, somit der Graphit also aus Kohlenstoff be-

1) LEONH., Jahrb. f. Min. 1837. S. 583; 1856. S. 398. KARST., Arch. 1. R. VIII, 45; XIII, 232; XV, 177; XVII, 118. GURLT, pyr. Min. S. 18.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. 1859. Bd. 76. S. 304.
3) B. u. h. Ztg. 1861.
4) Dessen Archiv XII, S. 92.

stehe. Dieser Ansicht entgegen hält WEHRLE [1]) den Graphit für eine Verbindung von Si und C; SCHAFHÄUTL hat denselben schon vor längerer Zeit als Kieselcarburet, verbunden mit $\dot{F}e^3 \ddot{\bar{S}}i$, angesprochen und sich dabei auf nachstehende Graphitanalysen gestützt:

	C	Fe	Si	$\ddot{\bar{S}}i$
1.	70,34	14,47	3,07	7,62
2.	85,45	9,50	4,93	—

1. Papierdicke, elastische Blättchen von dunkelbläulicher Farbe. 2. Sehr glänzender Graphit in dünnen Blättchen.

In neuester Zeit hat SCHAFHÄUTL [2]) — nachdem von WÖHLER beim Behandeln des Roheisens mit Säuren neben Kieselsäure Siliciumoxyd abgeschieden und dadurch die Anwesenheit des Siliciums im Roheisen in mehreren Modificationen wahrscheinlich geworden — seine alte Ansicht über das Vorhandensein von Kieselkohlenstoff abermals zur Geltung gebracht und durch Analyse der beim Auflösen vieler Roheisensorten in Salzsäure gebliebenen Rückstände zu ermitteln gesucht, welchen Einfluss das Silicium in dieser Verbindung auf die Constitution des Roheisens ausübt (S. 766). Während bei Behandlung von grauem Roheisen mit Säuren alles Silicium völlig frei von Eisen und Kohlenstoff als Kieselsäure und Siliciumoxyd zurückbleibt und das Silicium mit dem Eisen ohne Zweifel direct in Verbindung gewesen ist, so enthält der Rückstand von weissem Roheisen Eisen und Kiesel constant in einer so innigen Verbindung mit Kohlenstoff und Wasserstoff, dass sie weder von der stärksten Säure, noch durch Glühen zerstört werden, was beweisen möchte, dass im weissen Roheisen der Kohlenstoff mit dem Kiesel und Eisen zugleich sich in einer viel innigeren Verbindung befunden habe, als im grauen Roheisen.

Der Schwefel scheint wenigstens eben so oft mit dem Silicium zu Schwefelsilicium verbunden zu sein, als mit dem Eisen zu Schwefeleisen, welche Ansicht sich darauf stützt, dass beim Abstechen des Roheisens zuweilen Schwe-

1) WEHRLE, Hüttenkunde. 2. Ausg. II, 19.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 19. S. 159.
3) ERDM., J. f. pr. Chem. 1859. S. 257.

felsilicium von der Zusammensetzung $\dddot{\mathrm{Si}}$ sich ausscheidet, welche der des neu entdeckten Siliciumoxydes analog ist. Kohlenstoffsilicium oxydirt sich weit schwerer, als Kohlenstoffeisen, weshalb siliciumhaltiges Eisen so schwer durchs Stahlfrischen in Stahl umzuwandeln ist; das Kohleneisen ist längst in Frischeisen übergegangen, wenn noch ein grosser Siliciumgehalt zu verbrennen übrig bleibt.

Der aus dem Roheisen ausgeschiedene Graphit hat in dieser Form nicht im Roheisen existirt, derselbe ist durch die Säure verändert. So wie beim Roheisen, so herrschen auch grosse Verschiedenheiten in den physischen und zum Theil auch in den chemischen Eigenschaften des als Hohofengraphit bezeichneten Productes. Ihrem Wesen nach sind graue Roheisen und Graphit ein und dasselbe chemische Product und unterscheiden sich nur durch das verschiedene quantitative Verhältniss der Bestandtheile. Bei jenem herrscht Eisen und Kiesel, bei diesem dagegen der Kohlenstoff vor.

Dieses sind den Grundzügen nach die auf Hüttenvorkommnisse und chemische Versuche gestützten Ansichten eines bewährten Chemikers und Technikers, welche den Weg andeuten, auf welchem man zu einer richtigeren Erkenntniss der Constitution der Roheisenarten gelangen wird.

SEFSTRÖM fand in einem Hohofengraphit von Gesberg 2,58 % Kieselerde und etwas Eisen. Auch PRATER[1]) hat eine Verbindung von Kohlenstoff mit Kieselerde beobachtet.

Ein Rückstand vom Auflösen des weissen Roheisens in Salzsäure nach MARCHAND[2]) gab beim Erhitzen auf 400° C. eine weisse Masse, welche enthielt

$\dddot{\mathrm{Si}}$	$\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$	$\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$	$\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$	$\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$	$\dot{\mathrm{K}}$, C.
76,72	17,96	1,96	0,2	0,12	Spr.

Nach EYFERTH[3]) wird der aus übergaarem Roheisen ausgeschiedene Graphit (Gaarschaum) beim Zusammenschmelzen mit dem 20fachen gaarer Eisenfrischschlacken fast gar nicht verändert, während der beim Behandeln von flüssigem grauem Roheisen mit Zinn (S. 767) ausgeschiedene Graphit

1) ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. 27. S. 318.
2) ERDM., J. f. pr. Ch. Bd. 49. S. 351.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 144.

vollständig verbrennt, was auf eine Verschiedenheit beider deutet.

β) Anthracit[1]) wurde in derben Massen und kleinen Kugeln mit strahligem Gefüge und dicht in Spalten des Gestelles eines Hohofens zu Niederbronn und sogar in der Füllung hinter den Steinen gefunden, durch Verflüchtigung von Kohlenstoff gebildet.

Anthracit.

γ) Cokeshaare, Haarkohle[2]), Ausscheidungen von höchst zarten, in grosser Menge zu Locken vereinigten Fäden, aus Cokes beim Hohofenbetrieb (z. B. Wilkowitz in Mähren), oder aus Steinkohlen bei der Cementstahlbereitung gebildet, im Wesentlichen Kohlenstoff mit geringen Mengen Kieselerde, Schwefeleisen und Spuren von Kalk, Thon und Eisen. Cokes lassen zuweilen, wie Gestellsteine (S. 788), säulenförmige und stängliche Absonderungen wahrnehmen.

Haarkohle.

δ) Schwefel[3]) findet sich zuweilen im sublimirten Zustande im Gichtrauch, vom Schwefelkiesgehalt der Eisensteine herrührend.

Schwefel.

§. 124. Geschur und Gekrätz. Hierunter versteht man allerlei beim Schmelzen gesammelte metallische Abfälle, Gemenge von dem auszubringenden Producte mit Schlacken, Brennmaterial oder andern Zwischenproducten, welche während eines unregelmässigen Ofenganges, beim Ausräumen des Herdes, beim Ausschuren der im guten Gange gewesenen Oefen oder bei der Reinigung der Metalle (Saigern) erhalten werden.

Begriff.

Diese Producte, meist ohne bestimmt ausgesprochenen Character, werden entweder ohne Weiteres wieder in die Schmelzarbeiten zurückgegeben, oder zuvor aufbereitet und zu Schlieg (Krätzschlieg) gezogen.

Es gehören hierher hauptsächlich die von Blei-, Kupfer- und Silberöfen erfolgenden Geschurmassen, Saigerkrätze, Darrherd, Saigerdörner, Zinnpausche, die Eisensauen und Härtlinge u. dgl. mehr.

Nachstehende zuverlässige Analysen derartiger Hüttenabfälle sind bekannt geworden:

1) Leonh., Hüttenerz. S. 305, 336.
2) Leonh. c. l. S. 320. Gurlt, pyrogen. Min. S. 18.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243.

Eisensauen.

1) Eisensauen, Bühnen, Wölfe, Härtlinge, welche sich hauptsächlich beim Verschmelzen eisenreicher Zinn-, Blei- und Kupfererze oder Kupferhüttenproducte, nickelhaltiger Schwefelkiese, der Roherze etc. über Schachtöfen entweder in Folge einer fehlerhaften Beschickung oder aus andern Ursachen auf der Sohle des Ofens auflegen und gewöhnlich aus einem Gemenge von Eisen, Kohleneisen, Phosphoreisen und andern Metallen (Pb, Ni, Co, Zn, Cu, Mo, Au, Ag etc.) bestehen, sehr häufig aber auch Schwefel-, Antimon- und Arsenmetalle beigemengt enthalten.

Dieselben werden entweder als werthlos abgesetzt oder durch Verblasen auf Kupfer benutzt [Atvidaberg[1], Schmöllnitz[2])] oder durch Behandeln im glühenden Zustande mit Schwefel in einen Lech verwandelt, aus welchem man nutzbare Metalle (Gold, Silber, Kupfer) extrahirt [Sibirien[3])], oder im gerösteten Zustande mit Schwefelkies auf Stein verschmolzen [Szaszka[4])] oder als Niederschlagsmittel bei der Bleiarbeit verwendet (Schemnitz). Die Eisensauen können in Speisen (S. 758) übergehen.

Kupfer- u. Rohofen-Sauen.

a) Analysen von Eisensauen aus Kupfer- und Rohöfen.

	C	S	P	As	Si	Mo	Fe	Ni	Co	Cu	Mn	Zn	$\bar{Al}$	$\bar{\bar{Si}}$
1.	0,38	2,06	1,25	1,40	0,35	9,97	76,77	1,15	3,25	3,40	0,02	—	—	—
2.	0,48	0,92	2,27	2,47	0,39	10,19	74,60	1,28	3,07	4,32	0,01	—	—	—
3.	1,42	0,09	6,04	—	—	9,13	73,26	4,63	0,77	1,79	—	—	—	—
4.	1,31	0,46	4,58	—	—	27,33	57,68	5,50		2,49	—	—	—	—
5.	0,87	0,59	3,51	—	—	28,49	57,91	3,42	0,67	2,45	—	—	—	—
6.	1,12	0,31	0,04	—	1,28	6,98	84,24	—	2,85	4,52	—	—	—	—
7.	0,73	0,59	1,04	—	2,98	—	86,64	—	3,61	5,19	—	—	—	—
8.	—	6,80	—	—	—	—	42,17	—	—	49,85	—	1,14	—	—
9.	—	1,20	—	—	—	—	64,82	—	—	32,88	—	0,02	0,72	1,58
10.	—	1,24	—	—	9,03	—	88,51	Bi=0,85		—	—	—	—	—
11.	0,73	Spr.	—	—	0,83	—	76,30	Vd=0,12		19,90	—	Schlacke =3,33		0,43

1—5) Eisensauen aus den Mansfelder Kupferschieferöfen: 1 u. 2) Nach Stromeyer.[5]) 3—5) Nach Heine. 6 u.

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 84.
2) Oest. Ztschr. 1859. No. 42.
3) B. u. h. Ztg. 1853. S. 486.
4) Ann. d. min. 4 sér. X, 555.
5) Pogg., XXVIII, 551. Erdm., Journ. f. pr. Ch. IX, 177. Ueber

7) Riechelsdorfer Eisensauen, n. GENTH.[1]) Auch BUNSEN[2]) hat die Riechelsdorfer Eisensauen untersucht. 8 u. 9) Eisensauen vom Fahluner Schwarzkupferschmelzen, n. SEFSTRÖM.[3]) 10) Eisensauen von der Verschmelzung alter Thurmhöfer Rohschlacken auf der Muldner Hütte bei Freiberg, nach PLATTNER.[4]) 11) Eisensau (kupferige Luppe) von PERM, nach COUBINE.

b) Nickelsauen.

Nickelsauen.

Eine Dillenburger Nickelsau[5]) war überreich an metallisch glänzenden mikroscopischen Theilchen, und in blasigen Räumen sah man Kugliges und Drahtförmiges von einer zwischen Kupferroth und Messinggelb schwankenden Farbe. Dieselbe enthielt

Fe	Ni	Co	Cu	S	Si
88,167	4,854	0,051	1,396	4,045	2,106.

c) Härtlinge aus Zinnöfen.

Härtlinge.

	Fe	Sn	As	Wo	C	Al Si
1.	61,50	30,50	1,45	0,90	0,95	3,51
2.	62,6	31,4	—	1,6	—	2,4
3.	80,890	17,757	Cu=0,990		0,963	—

1) Von Altenberg, nach LAMPADIUS. 2) Desgl. nach BERTHIER, Fe^4 Sn. 3) Gestrickte federartige Krystalle, zu Altenberg beim Verschmelzen von Zinnschlacken mit zinnhaltigen Eisensauen gefallen, nach PLATTNER.

2) Producte vom Kupfer-, Zinn- u. Bleisaigern (Saigerdörner, Saigerkrätze).

Saigerkrätzen.

a) Kupfersaigerkrätze.

Kupfersaigerkrätze.

Cu	Pb	Fe	Ag	Ni, Co, Zn, Mn	Sb
33,366	60,358	0,829	0,043	1,542	0,105

Krätze vom Krätzkupfersaigern zur Altenauer Hütte am Harze, nach HAHN.

---

die Analyse der Mansfelder Eisensauen siehe: ROSE, analyt. Chemie. 1851. S. 359.

1) ERDM., Journ. p. pr. Ch. XXXVII, 193. Bgwfd. X, 313.
2) HAUSM., Stud. IV, 377.
3) ERDM., Journ. f. ök. Ch. III, 300.
4) Kalender f. d. sächs. B. u. Hüttenm. 1839. S. 104.
5) LEONH., Hüttenerz. S. 97. B. u. h. Ztg. 1856. S. 301.

nnsaiger-krätze.

b) Zinnsaigerdörner.

	Fe	Sn	Wo	As	Cr	Cu	Schlacke
1.	24,13	64,51	4,87	—	—	0,70	5,30
2.	25,8	69,4	1,0	—	—	4,8	
3.	55,6	36,2	Spr.	0,6	4,0	—	—

1) Saigerdörner (Zinnpausche) von Altenberg, nach LAMPADIUS. 2) Desgl., n. BERTHIER = $Fe^3\ Sn^4$. 3) Saigerdörner von St. Austle in Cornwallis, nach Demselben.

leisaiger-krätze.

c) Bleisaigerdörner.

Pb	Cu	Au	Ag	Sb
79,68	11,93	0,000465	0,213045	7,30.

Dörner vom Werkbleisaigern zu Zsarnowitz nach v. SZAMEIT.

lugstaub.

§. 125. Flugstaub, Hüttenrauch, Fluggestübbe, Hüttennicht. Von der Entstehung, der Zusammensetzung und der schädlichen Einwirkung dieses Productes auf den thierischen und pflanzlichen Organismus war S. 542 die Rede. Derselbe stellt ein mehr oder weniger zartes, weisses, graues, braunes, gelbes, röthliches, seltener berggrünes Pulver (sibirische Kupferhütten) dar, bildet auch wohl zusammengesinterte poröse Lagen, traubige, zapfen- und tropfsteinartige Anhäufungen.

hachtofen-rauch.

1) Rauch vom Verschmelzen der Silber-, Kupfer-, Blei- und Zinnerze in Schachtöfen. Derselbe besteht hauptsächlich aus Metalloxyden (Ṗb, Żn) und deren kohlensauren und schwefelsauren Salzen; bisweilen sind Erztheile beigemengt.

	Ṗb	ṖbS̈	Äs	F̶e	Żn	S̈n	B̶i	ĊaC̈	C̈	S̈	S̈i	S	Pb
1.	27,9	13,0	2,1	—	49,5	—	—	—	7,0	—	—	—	—
2.	10,0	47,0	—	—	10,0	—	—	—	—	—	33,0	—	—
3.	66,5	—	1,1	3,0	12,0	—	—	—	—	17,0	—	—	—
4.	3,7	13,0	1,5	13,0	3,1	—	—	—	—	—	—	8,9	55,4
5.	1,5	—	—	—	95,0	—	—	—	—	—	1,5	—	—
6.	80,1	9,0	4,1	—	—	—	—	2,8	—	—	4,9	—	—
7.	—	—	9,88	—	—	79,43	10,13	—	—	—	—	—	--

1) Flugst. aus den Halbhohöfen der Muldner Hütte zu Freiberg. 2) Absätze an dem äussern Theile der Krummöfen zu Pontgibaud. 3) Rauch vom Gewölbe der ersten Verdichtungskammer zu Pontgibaud. 4) Desgl.

aus der Ventilatorkammer. 5) Sublimat von der Vorwand der Halbhohöfen von der Halsbrücke bei Freiberg. 6) Desgl. von Pontgibaud. 7) Desgl. von der Ofenbrust eines Altenberger Zinnofens.

Danilow (B. u. h. Ztg. XIV. 344, 624; XVII. 627) fand im Flugstaub der Silberschmelzöfen zu Barnaul:

In Salzsäure unlösliche Theile:

$\dddot{Si}$	$\ddot{\bar{Al}}$	$\dot{Ca}\ddot{C}$	$\dot{Mg}$	Ag
48,020	3,663	0,556	Spr.	0,013

In Salzsäure lösliche Theile:

$\dot{Pb}$	$\dot{Cu}$	$\ddot{\bar{Al}}$ $\ddot{\bar{Fe}}$ $\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Na}$	$\dddot{S}$
18,962	1,308	12,626	0,957	5,191	4,000	3,374

Nach Rivot enthält der Rauch aus den Flugstaubkammern der Oberharzer Schliegöfen:

Geschwefelte Bestandtheile.					Oxydirte Bestandtheile.							
S	As u. Sb	Pb	Fe	Zn	$\dot{Cu}$. O	As u. Sb	$\dddot{S}$	$\dot{Pb}\dddot{Si}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Zn}$	$\ddot{\bar{Fe}}$	$\dddot{Si}\dot{Ba}\dddot{S}$ Sand
7,8	0,5	34,8	1,0	1,0	7,7	2,5	2,8	2,9	18,0	1,5	4,5	12,3

Rauch vom Amalgamirsilber-Raffinatschmelzen in Freiberg enthält nach Lampadius:

C	Erden	Ag	$\ddot{\bar{As}}$	$\ddot{\bar{Sb}}$	$\dot{K}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Cu}$	Hg
41,32	29,20	18,10	2,45	2,00	1,75	1,12	1,10	1,70

Flugstaub aus Schmelzöfen für Silber- Kupfer- und Silber-Gold-Legirungen nach Napier (B. u. h. Ztg. 1860. S. 496):

	1. a. Boden	2. in d. Mitte	3. a. d. Spitze	4. a. Boden	5. in d. Mitte	6. a. d. Spitze
Ag	29,95	9,19	3,30	48,75	39,16	29,38
$\dot{Ag}$	0,17	5,21	7,18	0,03	3,14	1,98
Cu	2,80	0,25	0,12	—	0,25	0,25
$\dot{Cu}$	1,93	0,74	0,15	0,75	0,12	0,12
Au	—	—	—	4,25	2,64	2,12
$\dot{Pb}$	—	—	—	Spr.	2,20	2,80
$\ddot{\bar{Sb}}$	—	—	—	—	0,09	0,11
$\ddot{\bar{Fe}}$ u. $\ddot{\bar{Al}}$	7,30	11,43	10,39	19,92 (Fe, Al, Ca, Mg, Si zusammen)	22,30 (zusammen)	24,33 (zusammen)
$\dot{Ca}$ u. $\dot{Mg}$	43,85	48,72	52,60			
$\dddot{Si}$	14,00	23,51	24,22			

	1. a. Boden	2. in d. Mitte	3. a. d. Spitze	4. a. Boden	5. in d. Mitte	6. a. d. Spitze
C	—	0,96	1,26	Spr.	3,39	4,20
Unlösliches	—	—	—	25,30	26,50	33,90

1—3) Rauchabsätze in einem 35 Fuss hohen Schornsteine eines Reverberirofens, in welchem Legirungen von Silber und Kupfer mit etwa 3 Grän Gold in der Mark und bei mit Holzkohlen bedecktem Metallbade geschmolzen wurden. 4—6) Desgleichen, wobei aber Silbergold-Legirungen ohne Kohlendecke, aber mit Knochenmehl geschmolzen wurden. Es scheint nach den Analysen das an und für sich wenig flüchtige Kupfer mit dem Silber metallisch verflüchtigt zu werden, und das Kupfer ist wieder Ursache zur Verflüchtigung von Gold, da letzteres, mit Silber allein legirt, nicht flüchtig wird. Beim Schmelzen ohne Kohlendecke nimmt die Verflüchtigung zu.

Flammofenrauch.

2) **Flugstaub von der Röstung und Schmelzung der Silber-, Blei- und Kupfererze in Flammöfen**, besteht meist aus einem Gemenge von mehr oder weniger vollständig abgerösteten Erztheilen, verschiedenen Metalloxyden, flüchtigen Metallsäuren ($\ddot{\bar{As}}$, $\ddot{\bar{Sb}}$), Metallsalzen ($\dot{Pb}\ddot{C}$, $\dot{Pb}\dddot{S}$, $\dot{Pb}\dddot{Si}$, $\dot{Pb}^3\ddot{\bar{Sb}}$, $\dot{Pb}^3\ddot{\bar{As}}$, $\dot{Cu}\dddot{S}$ etc.) nebst Aschentheilen und (bei Anwesenheit von Na Cl in der Beschickung) auch aus Chloriden des Pb, Fe und Cu.

	$\dot{Pb}$	$\dot{Pb}\dddot{S}$	$\ddot{\bar{As}}$	$\ddot{\bar{Fe}}$	$\dot{Zn}$	$\dot{Pb}\ddot{C}$	$\dot{Zn}\dddot{S}$	PbS	Cu	$\dddot{\bar{Al}}$	$\dddot{Si}$	Thon
1.	11,0	60,0	2,0	12,0	15,0	—	—	—	—	—	—	—
2.	—	39,0	1,5	—	2,7	35,0	2,3	4,5	—	—		13,2
3.	10,2	65,6	—	3,4	13,8	—	—	1,4	—	—		5,6
4.	42,6	39,0	—	—	—	—	—	—	—	—		17,4
5.	71,2	—	—	Spr.	—	—	—	—	0,2	7,2	20,6	—
6.	34,93		Sb u. As. 0,60	$\dot{Fe}$ 3,80	27,15	—	—	—	$\dot{Ca}$ 0,71	$\dot{Mg}$ 0,39	31,82	—

1) Flugst. vom Bleierzrösten zu **Pontgibaud**, nach Berthier. 2) Desgl. nach Rivot. 3) Desgl. von **Alstonmoore**, nach Berthier. 4) Geschmolzener Bleirauch von **Conflans**, nach Berthier. 5) Gesinterter Rauch der Schornsteine der Reverberiröfen zu **Redruth**, n. Berthier. 6) Gesinterter Rauch vom Lufterhitzungsapparate eines Gasflammofens zur **Muldner Hütte** bei **Freiberg** nach Rammelsberg.

Nach LE PLAY enthielt der Flugstaub aus einem englischen Flammofen zum Rösten der Kupfererze:

$\dot{Cu}$	$\bar{Fe}$	$\bar{As}$, C	Erden
3,5	23,0	19,0	55,5

Im Flugstaub aus den Mansfelder Röstöfen findet sich Selen, welches für den Handel dargestellt wird (Bgwfd. XX, 503'; WÖHLER's Mineralanalyse 1861. S. 161).

3) Rauch aus dem Treibofen, besteht hauptsächlich aus $\dot{Pb}$ und $\dot{Pb}\ddot{C}$, enthält aber öfters $\dot{Pb}^3 \bar{\dddot{Sb}}$, $\dot{Pb}^3 \bar{\dddot{As}}$, $\dot{Pb}\dddot{S}$ und Aschentheile.

	$\dot{Pb}$	$\dot{Pb}\dddot{S}$	$\bar{As}$	$\bar{Sb}$	$\dot{Zn}$	$\bar{Bi}$	$\dot{Ca}\ddot{C}$	$\ddot{C}$	$\dddot{Si}$ Thon
1.	88,2	9,0	0,8	4,4	—	—	3,7	—	3,4
2.	40,0	20,0	3,0	—	—	—	17,0	—	20,0
3.	71,2	—	17,8	—	—	—	—	5,0	4,6
4.	48,3	—	14,4	3,9	25,7	0,5	—	4,5	—

1) Von Pontgibaud vom Gewölbe bei der Glättgasse. 2) Desgl. aus dem Innern des Ofens. 3) Von Villefort. 4) Von Freiberg, nach LAMPADIUS.

Gichtsand.

4) Flugstaub der Eisenhohöfen[1]) (Gichtsand, Gichtrauch). Derselbe beschlägt den Gichtdeckel und das Tümpelblech gelblich weiss, besteht im Wesentlichen aus Erden und Metalloxyden, enthält namentlich Kieselerde[2]) — beim Zusammentreffen von verflüchtigtem Schwefel-, Fluor-, Chlor- oder Stickstoffsilicium mit feuchter Luft abgeschieden — und Alkalisalze, von deren Ursprung bereits (S. 793) die Rede war. Auch sublimirter Schwefel[3]) kann sich im Gichtrauch befinden.

Es concentriren sich im Gichtrauch zuweilen Bestandtheile, welche im Erze nicht nachzuweisen sind, und derselbe übt einen wesentlichen Einfluss auf die Färbung der Gichtflamme aus (S. 306).

Analysen von Gichtrauch.

	1.	2.	3.	4.	5.
$\dddot{Si}$	21,53	2,9	5,86	26,6	57,27
$\bar{Al}$	2,46	17,0	1,7	—	1,74

1) EBERMEYER, über Gichtenrauch. B. u. h. Ztg. 1858. S. 394.
2) Bgwfd. II, 472. DINGL. Bd. 125. S. 313.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243.

	1.	2.	3.	4.	5.
$\overline{Fe}$	10,14	7,5	11,6	48,7 u. Erden	12,54
$\dot{\overline{Mn}}$	8,23	—	3,4	—	Spr.
$\ddot{Sn}$	0,02	—	—	—	—
$\dot{Pb}$	1,33	0,12	0,85	10,5	1,27
$\dot{Zn}$	22,93	13,16	11,8	14,2	1,00
$\dot{Cu}$	—	—	0,36	—	—
$\dddot{\overline{Sb}}$	—	—	1,12	—	—
$\dot{Ag}$	—	—	Spr.	—	—
$\dot{Ca}$	6,14	0,31	1,96	—	17,73
$\dot{Mg}$	0,4	0,34	0,30	—	0,79
$\dot{Na}$	2,2	30,10 (Na + K)	27,60	—	—
$\dot{K}$	10,9				
K Cl	—	—	—	—	8,22
Glühverl.	2,5	—	24,32	—	—

1—3) Gichtrauch von Heinrichshütte bei Lobenstein, nach EBERMAYER. 4) Desgl. vom Altenauer Eisenhohofen am Harze, nach BODEMANN. 5) Desgleichen vom Steinrenner Hohofen am Harze aus den Gasableitungsröhren, nach BODEMANN.

Ein Absatz in den Gasableitungsröhren von Cokesöfen zu Durham enthielt $\dddot{Si}$, $\dddot{\overline{Al}}$, $\dot{Ca}\,\dddot{S}$, $\dot{Zn}$ und $\overline{Fe}$, nebst geringen Mengen von $\dot{Mn}$, $\dot{K}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mg}$ und Na Cl und schmolz unter Ausstossung von Zinkdämpfen über 3000° F. zu einer gelblichen Schlacke.

Entstehung der Rückstände.

§. 126. **Rückstände.** Dieselben resultiren sowohl auf trocknem, als auch auf nassem Wege von Erzen etc., welchen ihr Metallgehalt theilweise oder fast ganz entzogen worden ist. Dieselben werden entweder abgesetzt, oder noch weiterer metallurgischer Behandlung unterworfen. Es gehören z. B. hierher: die Rückstände von der Amalgamation, welche im noch nicht verwachsenen Zustande geringe Mengen von Gold- und Silberamalgam in feinzertheiltem Zustande, sowie auch Quecksilberchlorür, Blei- und Kupfer-

Bestandtheile verschiedener Rückstände.

amalgam enthalten, im verwaschenen Zustande aber meist noch einen geringen Metallgehalt, namentlich an Ag und zuweilen an Au, haben, zu dessen Gewinnung man sie wohl noch weiter verarbeitet; — die Rückstände von der AUGUSTIN- und ZIERVOGEL'schen Silberextraction, die noch auf Kupfer verhüttet werden; — die Rückstände von der PLATTNER'schen Goldextraction, kommen zum Absatz; — die Rückstände von Destillations- und Sublimationsprozessen, die meist nicht zu weiterer Benutzung kommen. BERTHIER fand die Rückstände von der Zinkdestillation aus thönernen Röhren zu Lüttich (1) und Iserlohn (2) zusammengesetzt aus

	$\dot{Zn}\,\dddot{Si}$	Zn u. $\dot{Zn}$	Fe u. $\overline{Fe}$	Pb	$\overline{Mn}$	C	Sand u. Thon
1.	57,5	8,6	10,0	Spr.	—	4,9	19,0
2.	—	51,2	2,6	2,0	0,4	—	43,4

Aus Zink-Muffelrückständen zu Stolberg entwickelten sich nach THELEN [1]) S, $\dot{As}$, $\ddot{As}$.

Freiberger Amalgamirrückstände enthalten n. KERSTEN

$\dddot{Si}$	$\overline{Fe}$	$\dot{Ba}\,\dddot{S}$	$\dot{Pb}$	$\overline{Al}$	$\overline{Mn}$	$\dot{Cu}$
56,90	33,12	2,10	2,08	1,72	1,55	0,84

In reducirten Amalgamirrückständen fand PLATTNER [2]) Eisenkies in wenig deutlichen Krystallbruchstücken.

Rückstände (Bleikrätz) aus den Bleiberger Flammöfen, nach FERJENTSIK:

	Pb	Zn	Fe	$\dot{Mg}$	$\dot{Ca}$	S
1.	69,6	—	1,5	6,3	5,5	16,1
2.	39,7	18,1	1,7	5,0	10,5	24,5
3.	45,5	15,9	0,7	6,8	8,7	22,3
4.	32,6	18,9	4,5	1,7	13,9	28,3
5.	21,7	31,4	1,3	1,3	13,6	30,5
6.	24,7	27,9	1,1	2,3	13,7	29,2
7.	26,4	26,1	4,5	1,7	12,0	29,2
8.	31,5	27,9	2,0	1,1	9,6	27,4
9.	41,7	30,8	1,8	—	1,8	24,0
10.	27,9	35,6	7,8	—	1,3	27,3
[illegible]	[illegible]	24,2	6,5	—	7,5	27,0
[illegible]	[illegible]	27,8	7,8	—	8,9	29,3

Bildung der Schlacken.

Silicatschlacken.

§. 127. **Schlacken.** Man begreift hierunter die bei den meisten Schmelzprozessen erfolgenden glas- oder emailartigen Abfälle, welche 1) durch Vereinigung der in einer Beschickung schon vorhandenen oxydirten electropositiven und electronegativen Körper (Basen und Säuren, meist Kieselsäure) entstehen, wie Eisenhohofen-, Bleierz-, Kupfererzschlacken etc., oder

Oxydschlacken.

2) sich bei der Reinigung der Metalle durch Oxydation der fremden Beimengungen erzeugen, z. B. Kupfergaar-, Verblasen-, Eisenfrischschlacken etc. Bei Bildung dieser letzteren Schlackenarten, welche im Wesentlichen aus Oxyden bestehen und Kieselsäure nur zufällig aufnehmen, ist oft die solvirende Wirkung des Bleioxydes von Wichtigkeit. Dieses lässt sich mit Oxyden, die für sich leichtschmelzig sind, in fast allen Verhältnissen zusammenschmelzen, nimmt auch Schwefelmetalle, aber von den schwerschmelzigen Oxyden nur gewisse Quantitäten auf. Auch das Eisenoxyd kann hierbei als Säure auftreten.

Wichtiger als die letztere Classe der Oxydschlacken ist die erstere der **Silicatschlacken.** Es sind dies meist Verbindungen der Kieselsäure mit Erden und Metalloxyden (Silicate), namentlich mit $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ba}$, $\dddot{Al}$, $\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, sowie mit den Oxyden derjenigen Metalle, welche durch den Schmelzprozess dargestellt werden sollen, z. B. $\dot{Pb}$, $\dot{Cu}$, $\dot{\bar{Cu}}$.

Fluor- und Schwefelmetalle in den Schlacken.

Zuweilen gehen mechanisch in diese Verbindungen Fluor- und Schwefelmetalle (Ca Fl, $\dot{Ba}$, $\dot{Ca}$) ein, z. B. beim Verschmelzen von Flussspath, Schwefelkies, Schwerspath, Gyps u. dergl. enthaltenden Eisenerzen, schwerspäthigen, kalkigen und kiesigen Blei- und Roherzen etc., sowie auch Oxyde (Eisenoxyd in Eisenfrisch- und Puddelschlacken).

Metallkörner und Steintheilchen in den Schlacken.

Auch finden sich in manchen Schlacken, z. B. in Kupferschlacken, in Folge unvollständiger Absonderung beim raschen Erkalten, Metallkörner und Steintheilchen, und es pflegt nach Le Play [1]) in letzterem Falle die Kupferschlacke für eine gewisse Kupfermenge stets mehr Schwefel zu enthalten, als der gleichzeitig mit der Schlacke fallende Stein. Dieser

1) Le Play, Waleser Kupferhüttenprozesse, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 101.

überschüssige Schwefel soll in Einfach-Schwefeleisen vorhanden sein, welches in der Schlacke durch die Verwandtschaft des Eisenoxydulsilicats aufgelöst ist und damit eine bestimmte Verbindung, ein Eisensulphosilicat, bildet.

Einfluss e Schwef gehalte

Ein Schwefelgehalt der Schlacken ist unter Umständen erwünscht, wenn derselbe einen ungünstigen Einfluss auf das Hauptproduct (Schwefelcalcium und Schwefelmangan in Eisenhohofenschlacken) oder auf den Schmelzprozess (Entfernung der Zinkblende beim Bleierzschmelzen in den Schlacken) ausüben würde.

Zuweilen führt ein solcher aber zu Metallverlusten und muss vermieden werden, wenn von demselben nutzbare Metalle in der Schlacke zurückgehalten werden (Silber von Zinkblende beim Verschmelzen zinkischer Blei- und Silbererze, Kupfer von Schwefeleisen in Kupferschlacken), oder steinähnliche, metallhaltige Producte von geringerem specifischen Gewichte (Schwefelzink, Schwefelbarium), als eigentlicher Stein, entstehen, die sich von der Schlacke nicht völlig trennen lassen (Skumnasbildung beim Verschmelzen blendiger Kupfererze, Entstehung mussiger Schlacken beim Verschmelzen schwerspäthiger Bleierze). Ein grösserer Gehalt an Schwefelcalcium, z. B. in Cokeshohofenschlacken, kann die Schlacken strengflüssig machen; dasselbe schmilzt bei etwa 1865° C. An Schwefelcalcium reiche Eisenhohofenschlacken zerfallen beim langen Liegen oberflächlich in ein gröbliches Pulver; enthält die Schlacke ausser dem Kalkerdesilicat nur unbedeutende Mengen anderer Silicate, so vertheilt sich das Ċa nicht gleichmässig in der Schlacke, sondern lagert sich nach MAYRHOFER mit einem kleinen Theile Schlacke vermischt über dem Eisen ab. Das Schwefelcalcium besteht aus 56 Ca und 44 S, und man braucht zu 100 Schwefel 316,6 .) kohlensaure Kalkerde.

Stellvertr für Kies säure.

Als Stellvertreter für die Kieselsäure treten zuweilen Phosphorsäure, Schwefelsäure, Arsensäure, Antimonsäure, Zinnoxyd, Wolframsäure, Titansäure, Molybdänsäure auf, meist aber nur (vielleicht ausser Zinnoxyd) in so untergeordneter Menge, dass doch der Kiesel-gehalt den Character der Schlacke bedingt. Auch Basen, Thonerde und Eisenoxyd, können die

Kieselerde ersetzen und erstere bildet mit Basen die sogenannten Aluminatschlacken.

Constitution d. Schlacken.

Die Schlacken wurden früher für Gemenge gehalten; die Untersuchungen von BERTHIER[1]), BREDBERG[2]), HAUSMANN[3]), LINDAUER[4]), MITSCHERLICH[5]), PLATTNER[6]), RAMMELSBERG[7]), SEFSTRÖM[8]), STARBÄCK[9]) und WINKLER[10]) haben jedoch ergeben, dass die Schlacken chemische Verbindungen der Kieselsäure mit Basen (einfache Silicate von bestimmten Sättigungsstufen) enthalten, welche sich mit einander in unbestimmten Verhältnissen vereinigt haben; es sind im Allgemeinen Doppelsalze, in welchen häufig die eine Base durch eine andere oder auch die Kieselsäure durch schwache Basen substituirt ist und die verschiedenen einfachen Salze (Silicirungsstufen) theils chemisch verbunden, theils bloss innig gemengt sind. In den meisten Fällen lässt sich bei chemischer Untersuchung der Schlacken ein bestimmtes Verhältniss der binären Verbindungen nachweisen.

Wenngleich unter diesen Umständen solche Schlacken, die als Ganzes bestimmte Verbindungen sind, seltener und nur bei einfachen Silicaten und bei einer Ausscheidung in Krystallen vorkommen, so pflegt doch der Kieselsäuregehalt

1) Ueber das Verhalten verschiedener erdiger Substanzen und Salze zu einander bei erhöhter Temperatur: ERDM., J. f. ök. u. techn. Ch. IV, 457; V, 273; VI, 106. KARST., Arch. 1. R. VII, 323, 356.
2) Versuch, die chem. Zusammensetzung der Schlacken zu bestimmen. KARST., Arch., 1. R. VII, 248.
3) HAUSMANN, Stud. d. Götting. Ver. VI, 323.
4) LINDAUER, Compendium der Hüttenchemie. 1861. S. 253.
5) Ueber d. Schlackenbildung bei Schmelzprozessen. KARST., Arch. 1 R. VII, 234.
6) Ueber die Bestimmung der Schmelzpuncte mehrerer Hüttenproducte etc. Eine Beilage zu MERBACH's Anwendung der erhitzten Gebläseluft. 1840. S. 288. — PLATTNER, Löthrohrprobirkunst. 1853. S. 200.
7) Beiträge z. Kenntniss der Eisenhohofenschlacken: POGG., LXXIV, 95. B. u. h. Ztg. 1848. S. 477. Schmelzung von Gebirgsarten: RAMMELSB., Handwörterb. d. Mineral. Suppl. 4. Hft. 1849. S. 47.
8) Ueber Schlackenbildung: ERDM., J. f. ök. u. techn. Ch. X, 146; XV, 149.
9) Versuch zur Bestimmung der Schmelzbarkeit der auf synthetischem Wege gebildeten Schlacken. KARST., Arch. 1. R. XIV, 176.
10) Erfahrungssätze über die Bildung der Schlacken. Freiberg 1827.

derselben und das davon abhängende Verhältniss zwischen dem Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Basen ein gewisses Maximum und Minimum (Tri- bis Subsilicate) nicht zu überschreiten.

Für den Hüttenmann ist es von weniger Interesse zu wissen, ob sich für eine Schlacke eine chemische Formel aufstellen lässt, als ihren relativen Kieselerdegehalt zu erfahren und Kenntniss davon zu besitzen, ob dieselbe nichts oder eine mehr oder weniger grosse Menge von dem auszubringenden Metall enthält. Von dem Kieselsäuregehalt hängt hauptsächlich die Wirkung der Schlacke als Zuschlag bei Schmelzprozessen ab, indem sie je nach dessen Grösse im Stande ist, noch mehr Kieselsäure oder mehr Basen aufzunehmen, mehr oder weniger strengflüssig erscheint etc. Bei einem und demselben Hüttenprozesse pflegen die Schlacken auf einer gewissen Silicirungsstufe zu stehen. Bei eintretender Abweichung in ihrer Zusammensetzung[1]), namentlich in ihrem Kieselsäuregehalte, werden die physikalischen Eigenschaften derselben verändert und daraus lässt sich auf eine stattgehabte Unregelmässigkeit des Schmelzganges und auf die Mittel schliessen, welche zur Herstellung des normalen Ganges anzuwenden sind. Eine Schlacke ist dem Schmelzprozess, bei welchem sie fällt, anpassend, wenn sie bei gleichartiger Beschaffenheit und angemessener Schmelzbarkeit die gehörige Absonderung der neben der Schlacke erzeugten Producte gestattet, — was hauptsächlich von ihrem specifischen Gewicht abhängt —, zufolge ihrer Zusammensetzung auf diese weder zerlegend noch auflösend einwirkt und dieselben vor der schädlichen Einwirkung der Gebläseluft als Decke schützt.

Kennzeic[hen] zur Beurt[hei]lung d[er] Schlacken[]schaffenh[eit]

Chemische Analysen geben zwar die genaueste Kenntniss von der Beschaffenheit einer Schlacke, man muss aber darauf verzichten, wenn es bei plötzlich eingetretenen Unregelmässigkeiten im Schmelzgange auf sofortige Anwendung geeigneter Gegenmittel, welche nach der Schlackenbeschaffenheit zu wählen sind, ankommt. In solchen Fällen dienen

1) Einfluss der Zusammensetzung der Beschickung auf die Beschaffenheit der Schlacken. Leonh., Hüttenerz. S. 67.

zur Beurtheilung der Beschaffenheit der Schlacken nachstehende Kennzeichen:

Schmelzbarkeit etc. der Schlacken.

A. **Die Schmelzbarkeit der Schlacken, sowie ihr Verhalten im flüssigen Zustande und beim Erstarren.** Je leichtschmelziger eine Schlacke ist, um so weniger Brennmaterial erfordert sie zwar zum Schmelzen, aber sie ist darum nicht immer die vortheilhafteste, weil die Leichtschmelzigkeit vielleicht durch das Oxyd desjenigen Metalles hervorgebracht sein kann, welches man durch Reduction gewinnen will, sich aber bei der herrschenden niedrigen Temperatur nicht völlig reduciren konnte. Es ist ein allgemein befolgter hüttenmännischer Grundsatz, die Schlackenschmelzung nicht früher eintreten zu lassen, als die beabsichtigte Reduction der Oxyde, die Ausschmelzung von Schwefelungen, die Kohlung von Metallen etc. stattgefunden hat, weil letztere dann weniger mechanische Hindernisse finden, sich zu vereinigen und die bereits reducirten oder gekohlten Metalle von der später flüssig werdenden Schlacke nicht aufgenommen werden.

Bei den Bleiflammofenprozessen darf z. B. wegen der sehr leichten Verschlackbarkeit des in der Röstperiode gebildeten Bleioxydes die Temperatur überall nicht so hoch gesteigert werden, dass eine Schmelzung der erdigen Bestandtheile eintritt.

Der Flüssigkeitszustand der Schlacken, ob sie mehr oder weniger zäh oder dünnflüssig sind, hat einen wesentlichen Einfluss auf ihren Rückhalt an mechanisch beigemengten Metallen und Metallverbindungen und somit auf den Metallverlust.

Die Schmelzbarkeit der Schlacken und ihr Verhalten im flüssigen Zustande, sowie beim Erstarren hängt hauptsächlich von ihrem Kieselsäuregehalte und der Qualität und Quantität der darin auftretenden Basen ab.

Einfluss der Silicirungsstufe.

Hinsichtlich ihres relativen Kieselsäuregehaltes theilt man die Schlacken in **Tri-, Bi-, Singulo- und Subsilicate**, je nachdem der Sauerstoffgehalt der Kieselsäure dreimal, zweimal, gerade so gross oder geringer ist, als der der Basen.

Höher silicirte Schlacken als Trisilicate pflegen sich wegen ihrer Strengflüssigkeit bei metallurgischen Prozessen nicht zu erzeugen. Bei einem Ueberschusse an Kieselsäure findet sich dieselbe entweder in den Schlacken als solche ausgeschieden, oder sie sättigt sich durch Aufnahme von Basen aus dem Ofengemäuer, in Folge dessen dasselbe ausgefressen wird.

Die Gestalt der chemischen Formeln für diese Silicirungsstufen ist eine verschiedene, je nachdem man die Zusammensetzung der Kieselsäure zu $\dddot{Si}$ oder $\ddot{Si}$ annimmt.

Annahme von $\dddot{Si}$.

Berzelius entschied sich, — und ihm sind die meisten Chemiker gefolgt, — von den Sättigungsstufen, der Analogie mit der Borsäure und der gleichen Constitution von Orthoklas und Alaun geleitet, für die Zusammensetzung $\dddot{Si}$, obwohl er aus später angegebenen Gründen die Zusammensetzung $\ddot{Si}$ für wahrscheinlich hielt. Für $\ddot{Si}$ spricht noch die chemische Veränderung, welche nach Pierre der Chlorkiesel durch Schwefelwasserstoff erleidet, indem dabei $1/3$ des Chlors durch Schwefel verdrängt wird.

Bei Annahme von $\dddot{Si}$ lassen sich die obengenannten Silicirungsstufen [1]) der einfachen Silicate im Sinne des Chemikers und Metallurgen wie folgt durch Formeln darstellen, in denen $\dot{R} = \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}$ etc., $\overline{R} = \overline{Fe}, \overline{Al}, \overline{Mn}$ etc. sind.

Formel	Chem. Bezeichnung.	Metallurg. Bezeichnung.
$\dot{R}\,\dddot{Si} = \overline{R}\,\dddot{Si}^3$	Neutr. Silicat	Trisilicat.
$\dot{R}^3\,\dddot{Si}^2 = \overline{R}\,\dddot{Si}^2$	Zweidrittel-Silicat	Bisilicat.
$\dot{R}^3\,\dddot{Si} = \overline{R}\,\dddot{Si}$	Eindrittel-Silicat	Singulosilicat.
$\dot{R}^6\,\dddot{Si} = \overline{R}^2\,\dddot{Si}$	Einsechstel-Silicat	Subsilicat.

Annahme von $\ddot{Si}$.

L. Gmelin hat in seinen Schriften der Zusammensetzung $\ddot{Si}$ den Vorzug gegeben, was auch von andern namhaften Chemikern und Mineralogen (Naumann, Rammelsberg [2]),

1) Lindauer, Hüttenchemie. 1861. S. 143.

2) Rammelsberg's Handb. d. Mineralchemie. Leipz. 1860. S. XXXV.

G. Rose, Kopp u. A.) geschehen ist, während aber auch noch Autoritäten, wie Scheerer[1]), der Zusammensetzung $\ddot{Si}$ das Wort reden.

Während bei $\dddot{Si}$ das Atomgewicht des Si = 277,2 ist, so geht es bei $\ddot{Si}$ in 185 über und der Sauerstoffgehalt der Kieselsäure beträgt 51,9 %.

Die Gründe für Annahme von $\ddot{Si}$ sind im Wesentlichen folgende:

a) Unter den natürlich vorkommenden Silicaten finden sich wenige Trisilicate (mit $\dddot{Si}$) und solche Silicate, worin der Sauerstoff der Säure ein Bruchtheil oder Vielfaches von 3 ist, während Bi- und Singulosilicate, namentlich erstere sehr häufig vorkommen.

Bei Annahme von $\ddot{Si}$ geht das ältere Bisilicat $\dot{R}^3\, \dddot{Si}^2$ in das einfachere $\dot{R}\, \ddot{Si}$ über, welches als das neutralste von allen anzusehen ist, weil auf ein Atom Sauerstoff in der Base ein Atom Säure kommt.

b) Fluorsilicium $Si\,Fl^2$ und Chlorsilicium $Si\,Cl^2$ — deren Atomvolum = 2, so dass 1 Atom gleich dem Gewichte von 2 Volum ist — sind mit $\ddot{Si}$ proportional zusammengesetzt.

c) Nach Marignac ist $Sn\,Fl^2$ mit der Fluorverbindung des Siliciums isomorph, z. B. in folgenden Salzen:

$$(Sr\,Fl + Sn\,Fl^2) + 2\ aq.$$
$$(Sr\,Fl + Si\,Fl^2) + 2\ aq.$$

d) nach Kopp führen die Siedepuncte von Chlor- und Bromkiesel auf die Formel $\ddot{Si}$.

Dagegen hat Scheerer neuerdings gefunden, dass Kieselsäure beim Zusammenschmelzen mit kohlensaurem Kali und kohlensaurem Natron unter gewissen Umständen eine Reihe von Silicaten bildet, welche bei Annahme von $\ddot{Si}$ die Zusammensetzung $\dot{R}\,\ddot{Si}$, $\dot{R}^2\,\ddot{Si}$, $\dot{R}^3\,\ddot{Si}$ und $\dot{R}^3\,\ddot{Si}^2$ besitzen. In den ersten zwei Silicaten verhalten sich die Sauerstoffgehalte des Alkalis unter einander wie 1 : 2 : 3 und die Sauerstoffgehalte des Alkalis, wenn man den Sauerstoff der Kiesel-

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1860. Bd. 116. S. 157.

säure = 1 setzt, wie $\frac{1}{3} : \frac{2}{3} : 1$, welche Zahlenverhältnisse mit der grössten Wahrscheinlichkeit für 3 Atome Sauerstoff in der Kieselsäure sprechen. Nimmt man $\dddot{Si}$ an, so gestalten sich die obigen einfachen Formeln in: $\dot{R}^2 \dddot{Si}^3$, $\dot{R}^4 \dddot{Si}^3$ und $\dot{R}^2 \dddot{Si}$. Wie Versuche ergeben haben, sind in $\dot{K} \dddot{Si}$ Kali und Kieselsäure mit der relativ grössten Verwandtschaft an einander gebunden; es ist deshalb eher Grund vorhanden, diese Verbindung als eine neutrale anzusehen, als $\dot{K}^2 \dddot{Si}^3$.

Von den Natronsilicaten ist $\dot{N}a^3 \dddot{Si}^2$ das mit den grössten Verwandtschaften begabte, und dieses verbindet sich mit dem Kalisilicat zu $\dot{K} \dddot{Si} + \dot{N}a^3 \dddot{Si}^2$, welches die Amphibolformel repräsentirt und veranschaulicht, wie eine derartige Zusammensetzung vollkommen in der Natur der Thatsachen begründet ist.

Bei Annahme von $\dddot{Si}$ gestalten sich die Silicirungsstufen in folgender Weise:

		Chem. Bezeichnung.	Metallurg. Bezeichnung.
$\dot{R}^2 \dddot{Si}^3$	$= \dddot{\bar{R}}^2 \dddot{Si}^9$	Anderthalbfach kiesels. Salz.	Trisilicat.
$\dot{R} \dddot{Si}$	$= \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}^3$	Einfach „ „	Bisilicat.
$\dot{R}^2 \dddot{Si}$	$= \dddot{\bar{R}}^2 \dddot{Si}^3$	Halb „ „	Singulosilicat.
$\dot{R}^3 \dddot{Si}$	$= \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$	Drittel „ „	Subsilicat.

Im Folgenden soll $\dddot{Si}$ beibehalten werden, hauptsächlich weil die wichtigen Versuche über die Schmelzbarkeit der Schlacken auf diese letztere Zusammensetzung der Kieselsäure basirt sind.

Einfache Doppelsilicate.

Die für einfache Silicate im Vorstehenden angegebenen Bezeichnungen beziehen sich auch auf Doppelsilicate, wie sie in den Schlacken meist nur vorkommen, auf Silicate von Mono- und Sesquioxyden, bei welchen ebenfalls zwischen Basen und Säure ein einfaches Sauerstoffverhältniss herrscht.

Chemische Constitution der Schlacken.

Das durch chemische Analyse gefundene Kieselsäurequantum lässt sich

a) entweder auf das Mono- und Sesquioxyd so vertheilen, dass beide Glieder des Doppelsilicates auf gleicher

Sättigungsstufe stehen, also Singulo- und Singulo-, Bi- und Bisilicate etc. sind, z. B. Humboldtilithschlacken:

$$\dot{R}^6\ \bar{\bar{R}}\ \ddot{Si}^3 = 2\,\dot{R}^3\,\ddot{Si} + \bar{\bar{R}}\ \ddot{Si} \text{ oder}$$

$$\dot{R}^{12}\,\bar{\bar{R}}^2\,\ddot{Si}^9 = 6\,\dot{R}^2\,\ddot{Si} + \bar{\bar{R}}^2\,\ddot{Si}^3.$$

b) oder die gefundene Kieselsäuremenge reicht nicht hin, beide Glieder auf dieselbe Sättigungsstufe zu bringen, so dass keine vollständigen Singulo-, Bi- oder Trisilicate entstehen. Solche Schlacken sind dann zu betrachten als Verbindungen eines Doppelsalzes von Singulo- mit einem solchen von Bisilicaten (Freiberger Bleischlacken, Oberharzer Bleisteinschlacken, Cokeseisenhohofenschlacken), von Bi- und Trisilicaten (Holzkohleneisenhohofenschlacken), von Singulo-, Bi- und Trisilicaten (Oberharzer Schliegschlacken) u. dergl. m., und es muss alsdann die Kieselsäure dem entsprechend auf die einzelnen Basen mit der Rücksicht vertheilt werden, dass Monoxyde im Allgemeinen keine höhere Sättigungsstufe bilden, als Sesquioxyde. Oft lassen sich gleichzeitig mehrere Formeln für ein und dieselbe Zusammensetzung aufstellen und es muss dabei, was das Verfahren complicirter macht, das Auftreten isomorpher Substanzen berücksichtigt werden (siehe Beispiele bei den Blei- und Eisenhohofenschlacken). In letzterer Beziehung ist zu bemerken, dass die Kieselerde zuweilen durch Thonerde vertreten wird, wodurch sogenannte Aluminatschlacken entstehen. Der Umstand, dass in Schlacken mit Abnahme der Kieselsäure die Quantität der Thonerde häufig zunimmt, spricht dafür, dass in den Mischungen solcher Schlacken die Thonerde die Rolle einer Säure spielt, was bei Ermittlung der Silicirungsstufe oder beim Entwerfen einer Formel zu berücksichtigen ist. Man nimmt, was auch zu Schwankungen führt, bald an, dass 1 Atom $\ddot{Si}$ durch 1 Atom $\bar{\bar{Al}}$ vertreten wird, bald dass 3 Atom $\bar{\bar{Al}}$ mit 2 Atom $\ddot{Si}$ polymerisomorph sind.

Aluminatschlacken.

Bei Annahme von derartigen Vertretungen der $\ddot{Si}$ durch schwache Basen ($\bar{\bar{Al}}$, $\bar{\bar{Fe}}$) gelangt man oft zu einfachen Formeln.

Es enthalten z. B. die Eisenhohofenschlacken selten über

60 % Kieselsäure, nicht über 20 % Thonerde und höchstens 25 % Talkerde. Fände sich nun eine Schlacke, welche so reich an Basen ist, dass die Kieselsäure dadurch übersättigt erscheint, so betrachtet man die Thonerde als Stellvertreter der Kieselerde, desgleichen auch in solchem Falle, wenn der Thonerdegehalt den übrigen Basen gegenüber sehr gering ist.

Enthielte z. B. eine Schlacke

25,07 $\dddot{\mathrm{Si}}$ mit 23,28 O,

46,49 $\dot{\mathrm{R}}$ „ 13,28 „

28,44 $\bar{\dddot{\mathrm{Al}}}$ „ 13,28 „

so liessen sich dafür die Formeln

$$\dot{\mathrm{R}}^6 \dddot{\mathrm{Si}} + \bar{\dddot{\mathrm{Al}}}^2 \dddot{\mathrm{Si}} \text{ und}$$

$$\dot{\mathrm{R}}^3 (\dddot{\mathrm{Si}}, \bar{\dddot{\mathrm{Al}}})^2$$

aufstellen. Beide weisen eine Bisilicatschlacke nach, letztere auf einfachere Weise als erstere, dagegen lassen sich aus ersterer, nicht aber aus letzterer, die einzelnen Bestandtheile nach Gewichtsprocenten berechnen.

Man kann nach v. Mayrhofer annehmen, dass sich die Thonerde gegen die Kieselerde so lange als Base verhält, als ihr Sauerstoffgehalt den der letzteren übertrifft, dieselbe bei höherem Sauerstoffgehalt aber auch als Säure auftritt. Da 110 Thonerde so viel Sauerstoff enthalten, als 100 Kieselsäure, so wird die Wirkung der ersteren zweifelhaft, wenn ihre Quantität die der Kieselsäure ungefähr erreicht. In solchem Falle muss dann die Beschickung für den Eisenhohofen so eingerichtet werden, dass die Thonerde in einer bedeutend geringeren oder grösseren Menge, als die Kieselsäure, vorhanden ist, so dass ihre Wirkung unzweifelhaft wird. Wenn es angeht, so setzt man die Beschickung in der Weise zusammen, dass die Thonerde in geringerer Menge, als die Kieselerde vorhanden ist, um den immer noch sehr unsichern Aluminaten auszuweichen, und sich ein Bisilicat bildet, wenn man die Thonerde zur Kieselerde rechnet (siehe Schlacken von Henrichshütte §. 128 B. 2. Nr. 48—51; von Hörde B. 2. Nr. 43).

Man unterscheidet, wie bei den Silicaten,

Singulo-Aluminate $= \dot{R}^3 \bar{\bar{Al}}$

Bi-Aluminate $= \dot{R}^3 \bar{\bar{Al}}^2$

Tri-Aluminate $= \dot{R}^3 \bar{\bar{Al}}^3$

[illegible]wi[illegible] [illegible]h Doppel-Aluminate, z. B.

$$\dot{C}a^3 \bar{\bar{Al}} + \dot{M}g^3 \bar{\bar{Al}}^2.$$

[illegible] Hüttenmann kann sich meist die Mühe ersparen, aus einer für eine S[illegible] [illegible]efundenen Zusammensetzung [illegible]e rationelle Forme[illegible] [illegible]uiren; es genügt demselben, aus den procentischen [illegible] [illegible]e Sauerstoffmengen von Kieselsäure und von säm[illegible] [illegible]ch[illegible] [illegible]asen zu berechnen und daraus das einfachste Ve[illegible] [illegible] zwischen beiden abzuleiten, um die Silicirungsstufe [illegible]ren.

Eine Clausthal[illegible] [illegible]liegschlacke enthält z. B.

$\dddot{Si}$	— 47,571	mit		24,700 Sauerstoff
$\bar{\bar{Al}}$	— 3,205	„	1[illegible]	
$\dot{C}a$	— 5,255	„	1,494	
$\dot{M}g$	— 0,582	„	0,229	
$\dot{M}n$	— 1,351	„	0,304	— 11,009 Sauerstoff
$\dot{F}e$	— 32,282	„	7,165	
$\dot{P}b$	— 3,979	„	0,285	
$\dddot{Sb}$	— 0,216	„	0,034	
Fe S	— 1,704			
Zn S	— 1,501			
Ag	— 0,003.			

Die Sauerstoffmengen von Säure und Basen stehen demnach in dem Verhältniss 24,700 zu 11,009 oder wie 2,24:1. Die Silicirungsstufe der Schlacke liegt also zwischen Bi- und Trisilicat, nähert sich aber ersterem. Solche Schlacke wird also die Fähigkeit besitzen, noch Basen aufzunehmen und sich dann in Singulo- oder Subsilicat zu verwandeln.

Rechnet man die Thonerde zur Kieselsäure, so entsteht das Sauerstoffverhältniss 26,198:9,511 und die Schlacke erscheint mehr als Trisilicat.

Metallurgische Symbole. Der Kürze und leichteren Uebersicht wegen sind für Silicate von den chemischen Zeichen abweichende metallur-

gische [1]) in Anwendung, bei welchen letzteren der Anfangsbuchstabe des lateinischen Namens so viel Atome Oxyd bezeichnet, als mit 1 Atom Kieselsäure = S ein Singulosilicat erzeugen. Kommen zwei basenbildende Oxyde vor, so bezeichnet man die höhere Oxydationsstufe mit dem grossen, die niedrigere mit dem kleinen Anfangsbuchstaben.

Hiernach bezeichnen:

$$
\begin{aligned}
S &= \dddot{Si} \\
B &= 3\,\dot{Ba} \\
C &= 3\,\dot{Ca} \\
M &= 3\,\dot{Mg} \\
K &= 3\,\dot{K} \\
N &= 3\,\dot{Na} \\
A &= \bar{\dddot{Al}} \\
F &= \bar{\dddot{Fe}} \\
f &= 3\,\dot{Fe} \\
Mn &= \bar{\dddot{Mn}} \\
mn &= 3\,\dot{Mn}.
\end{aligned}
$$

Zahlen zur Rechten des Symbols, oben oder unten, drücken die Anzahl der vorhandenen Atome aus, z. B.

$$C^2 = 6\,\dot{Ca},\quad A^3 = 3\,\bar{\dddot{Al}}.$$

Es werden danach die metallurgischen Formeln für die verschiedenen Silicirungsstufen, z. B. von Kalk- und Thonerdesilicaten, folgende sein:

	Chem. Formel.	Metallurg. Formel.
Trisilicat	$\dot{Ca}\,\dddot{Si} + \bar{\dddot{Al}}\,\dddot{Si}^3$	$= C\,S^3 + A\,S^3$
Bisilicat	$\dot{Ca}^3\,\dddot{Si}^2 + \bar{\dddot{Al}}\,\dddot{Si}^2$	$= C\,S^2 + A\,S^2$
Singulosilicat	$\dot{Ca}^3\,\dddot{Si} + \bar{\dddot{Al}}\,\dddot{Si}$	$= C\,S + A\,S$
Subsilicat	$\dot{Ca}^6\,\dddot{Si} + \bar{\dddot{Al}}^2\,\dddot{Si}$	$= C^2\,S + A^2\,S.$

Es lassen sich leicht chemische Silicatformeln nach Vorstehendem in metallurgische umwandeln und umgekehrt, wobei nur zu berücksichtigen, dass, bei Vorhandensein von

1) Lindauer, Hüttenchemie 1861. S. 25, 150.

nur 1 oder 2 Atomen eines Monoxydes in der chemischen Formel, sowohl die Atomzahl von Oxyd, als von Säure mit 3 zu multipliciren ist, um die metallurgischen Symbole für die Monoxyde anwenden zu können, wie z. B. in

$$\dot{C}a\ \dddot{S}i + 3\,\bar{\bar{A}}l\,\dddot{S}i^2 = C\,S^3 + 3\,A\,S^2$$

$$4\,\dot{F}e^2\,\dddot{S}i + \bar{\bar{M}}n\,\dddot{S}i = 4\,f^2\,S^3 + Mn\,S.$$

Bei Umwandlung von empyrischen metallurgischen Formeln in rationelle verfährt man hinsichtlich der Vertheilung der Kieselsäure auf die Basen in der oben (S. 817) angegebenen Weise.

Bleibt, wenn man die Summe der Exponenten, die rechts über dem Symbol der Basen stehen, in den Exponenten über dem Symbol für die Kieselsäure dividirt, kein Rest, so stehen beide einfache Silicate auf gleicher Silicirungsstufe und zwar auf der des Quotienten, z. B.

$$C\,A\,S^4\ (\text{Quot.}\ \frac{4}{1+1}) = CS^2 + AS^2 = \dot{C}a^3\dddot{S}i^2 + \bar{\bar{A}}l\dddot{S}i^2$$

$$C\,A^2S^3\ (\text{Quot.}\ \frac{3}{1+2}) = CS + 2\,AS = \dot{C}a^3\dddot{S}i + 2\,\bar{\bar{A}}l\,\dddot{S}i.$$

$$C^3A\,S^4\ (\text{Quot.}\ \frac{4}{3+1}) = 3\,CS + AS = 3\,\dot{C}a^3\dddot{S}i + \bar{\bar{A}}l\dddot{S}i.$$

$$C^2A^4S^{12}\ (\text{Quot.}\ \frac{12}{2+4}) = 2\,CS^2 + 4\,AS^2 = CS^2 + 2\,AS^2 = 2\,\dot{C}a^3\dddot{S}i^2 + 4\,\bar{\bar{A}}l\dddot{S}i^2.$$

Sobald der in Rede stehende Quotient keine ganze Zahl ist, so haben die verbundenen einfachen Silicate verschiedene Sättigungsstufen und es sind dann für ein und dieselbe Zusammensetzung mehrere Formeln möglich: z. B. ist

$$C\,A^2\,S^4 = C\,S^3 + A^2\,S = C\,S^2 + 2\,A\,S = C\,S + A^2\,S^3.$$

Charactere der verschiedenen Silicirungsstufen von einfachen u. Doppelsilicaten.

Die über die **Schmelzbarkeit von Silicaten** vorliegenden zuverlässigen Daten rühren meist von PLATTNER[1]) her. Gewähren sie gleich wichtige Anhaltspuncte, so genügen dieselben doch nicht für alle Fälle und es ist für practische Zwecke erwünscht, eine grössere Reihe solcher Temperaturbestimmungen von den gewöhnlichen in Schlacken vorkommenden Doppelsilicaten zu besitzen. v. MAYRHOFER[2]) hat neuerdings ein Verfahren angegeben, die Schmelztempe-

1) MERBACH, Anwendung der erhitzten Gebläseluft. 1840. S. 288. — BODEMANN-KERL's Probirkunst. 1857. S. 560. B. u. h. Ztg. 1855. S. 124.

2) MAYRHOFER in: Oesterr. Ztg. 1861. S. 53, 60.

raturen von Schlackenreihen, z. B. mit verschiedenen Kalk- und Thonerdemengen, nach Formeln zu berechnen, wenn die Schmelztemperaturen einiger Glieder der Reihen durch Versuche bestimmt worden sind.

Schmelzbarkeit der einfach. Silicate.

Nach PLATTNER sind einfache Silicate strengflüssiger als Doppelsilicate, und zwar von ersteren am strengschmelzigsten die Thonerdesilicate (bei 2400°C sich bildend), dann folgen die Silicate der Talkerde (bei 2200 bis 2250°C), der Baryterde (bei 2100—2200°C), der Kalkerde (bei 2100—2150°C), des Eisen- und Manganoxyduls (bei 1789—1832°C). Die Silicate des Manganoxyduls scheinen von denen des Eisenoxyduls nicht sehr abweichend zu sein. Kupferoxydulsilicate sind strengschmelzender, Bleioxydsilicate weit leichtschmelzender (bei 1107°C), am leichtschmelzigsten aber die Silicate der Alkalien. Die Silicate des Zink-, Eisen- und Zinnoxydes sind unschmelzbar. Die Bi- und Trisilicate der einzelnen Erden sind leichtschmelziger, als die Singulo- und Subsilicate, die Bi- und Trisilicate der Kalk- und Baryterde am leichtschmelzigsten, weniger die der Magnesia, noch weniger die der Thonerde.

Die meisten der einfachen Silicate sind nach Vorstehendem so strengflüssig, dass sie in metallurgischen Feuern gar nicht oder kaum schmelzen würden, weshalb der Hüttenmann ihre Bildung vermeidet. Dagegen ist ihr Verhalten bei der Herstellung feuerfester Massen oder Steine zum Ofenbau von Interesse. Während z. B. ein aus kieselsaurer Thonerde (feuerfestem Thon) oder kieselsaurer Magnesia (Serpentin) bestehendes Gestein sehr feuerbeständig ist, so würde ein aus beiden Silicaten zusammengesetztes Ofenbaumaterial eine schmelzbare Verbindung geben.

Schmelzbarkeit d. Doppelsilicate.

Um schmelzbare Schlacken zu erhalten, muss der Hüttenmann nach der Bildung von Doppelsilicaten streben. Von diesen sind wieder diejenigen mit Basen von der Zusammensetzung $\dot{R}\dot{R}$ meist strengflüssiger, als solche von $\dot{R}\dddot{\bar{R}}$, und zwar am schwerschmelzigsten die der Baryt- und Kalkerde (bei 2100° sich bildend), dann folgen die der Baryt- und Thonerde (bei 2050°C), der Kalk- und Talkerde

(bei 2000°C), der Kalk- und Thonerde (bei 1918—1950°C). Von den Silicaten der Thonerde und Kalkerde, welche bei metallurgischen Prozessen am häufigsten vorkommen, hat BODEMANN die leichtflüssigste Schlacke bei einem Verhältniss von 56% $\bar{\text{Si}}$, 30% $\dot{\text{Ca}}$ und 14% $\bar{\text{Al}}$ erhalten, entsprechend dem Bisilicat von der Zusammensetzung [1]):

$$4\,\dot{Ca}^3\,\bar{Si}^2 + 3\,\bar{Al}\,\bar{Si}^2 = 4\,C\,S^2 + 3\,A\,S^2.$$

Wichtigkeit des Kalk- u. Thonerdesilicates.

Das Kalk- und Thonerdesilicat dient aus diesem Grunde den meisten Schlacken als Grundlage, ist aber für sich allein wegen seiner immer noch bedeutenden Strengflüssigkeit nur bei wenigen Schmelzprozessen zulässig (Eisenhohofen-, namentlich Holzkohlenofenschlacken, Kupferschieferschlacken).

Mittel, dasselbe streng- oder leichtflüssiger zu machen.

Durch Hinzufügen von Kalkerde oder Talkerde kann die Strengflüssigkeit noch erhöht werden, wenn der Schmelzprozess es erheischt (Cokeshohofenschlacken). Der Magnesiagehalt lässt sich bis 25% steigern. Ein geringer Ueberschuss an Thonerde kann unter Umständen vortheilhaft wirken, da dieselbe sowohl die Rolle einer Säure als Base spielt; kommt ihr Gehalt aber viel über 15% hinaus, so werden die Schlacken zu strengflüssig. Thonerde gibt mehr zähe, Kalk- und Talkerde mehr kurze Schlacken.

Je nachdem man die Thonerde als electronegativen Bestandtheil mit zur Kieselsäure rechnet oder als Base ansieht (S. 818), so entstehen verschiedene Silicirungsstufen. Einen hohen Gehalt an Thonerde, 16,7%, zeigen z. B. Schlacken vom Verschmelzen des Kohleneisensteins zur Henrichshütte[2]) bei 300° Windhitze.

Zuweilen, aber selten, sind Schlacken ganz frei von Kalkerde, und ist dieselbe dann durch Talkerde und Manganoxydul vertreten. Nach v. MAYRHOFER[3]) enthielten z. B. solche Schlacken, welche bei Darstellung von grauem Roheisen (a), von Spiegeleisen (b) und bei Rohgang (c) erhalten waren:

1) LINDAUER's Compendium der Hüttenchemie. 1861. S. 174.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 231.
3) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 60.

	$\dddot{\text{Si}}$	$\bar{\bar{\text{Al}}}$	$\dot{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Mn}}$	$\dot{\text{Mg}}$	S
a.	49,57	9,00	0,04	25,84	15,15	0,08
b.	48,39	6,66	0,06	33,96	10,22	0,08
c.	37,80	2,10	21,50	29,20	8,60	0,02.

Bei den meisten Blei-, Kupfer-, Silber- etc. Schmelzprozessen müssen zu dem obigen Thonerde-Kalk-Bisilicat noch schwere Metalloxyde hinzutreten, um eine der Natur des darzustellenden Metalles hinsichtlich der Schmelzbarkeit entsprechende Schlacke herzustellen. Von den Metalloxyden darf aber in solchen Fällen nicht dasjenige zur Erzeugung einer leichtflüssigen Schlacke verwandt werden, dessen Metall man gewinnen will (z. B. Bleioxyd bei Bleihüttenprozessen, Kupferoxydul bei Kupferschmelzprozessen), und man beschränkt sich deshalb hauptsächlich auf die Anwendung des Eisen- und Manganoxyduls zu diesem Zwecke. Diese bilden zuweilen den Haupttheil der Basen, wenn es auf Herstellung sehr leichtflüssiger Schlacken ankommt (Schlacken vom Eisenfrischen und Puddeln, Unterharzer Kupferschlacken).

Alkalien tragen ebenfalls zur Bildung sehr leichtflüssiger Schlacken bei, kommen aber wegen ihrer Kostspieligkeit selten und dann nur in geringen Mengen zur Anwendung (Napier's Kupferflammofenprozess). In untergeordneter Menge finden sie sich stets in den Schlacken, indem entweder Erze und Zuschläge, oder die Asche der Brennmaterialien (S. 793) alkalihaltig sind.

Im Allgemeinen pflegen die Schlacken leichtflüssiger zu werden, wenn mehrere, namentlich metalloxydhaltige Silicate zusammentreten. So lassen sich z. B. die unschmelzbaren Zink-, Eisen- und Zinnoxydsilicate bei Zutritt von Thonerde-, Kalk- und Eisenoxydulsilicaten schmelzen. Wie bereits angeführt, pflegt sich beim normalen Ofengange eine Schlacke von bestimmter Silicirungsstufe zu erzeugen, z. B. beim Eisenhohofenbetrieb mit Holzkohlen eine Bisilicatschlacke und mit Cokes eine Singulosilicatschlacke. Werden nun der Kieselsäure ausser Kalk- und Thonerde noch mehrere verschiedene Basen zur Sättigung geboten, so gestattet das Silicat, unbeschadet des Ofenganges, einen desto grösseren Spielraum in der Abweichung von der bestimmten Silicatstufe. So können sich z. B. sowohl beim Holzkohlen-, als

Cokesofenbetrieb Gemenge von Singulo- und Bisilicatschlacken mit mehreren Basen, unbeschadet des Ofenganges, aber nicht unbeschadet der Eisenqualität, bilden. Die verschiedenen kieselsauren Salze, welche durch verschiedene Basen entstehen, dienen einander als Schmelzmittel.

Erzeugungs- und Schmelztemperatur für Silicate.

Die Temperatur, welche zur Bildung zusammengesetzter Silicate aus den einzelnen freien Erden erforderlich ist, liegt beträchtlich höher, als die Temperatur, bei welcher dieselben bereits gebildeten Silicate wieder in Fluss kommen. So schmelzen die Eisenhohofenschlacken bei einer um 300 bis 450°C niedrigeren Temperatur, als die war, bei der sie sich bildeten. Setzt man z. B. die Schlacke von Dowles (vide Analyse B. 2. Nr. 41 §. 128) aus ihren Bestandtheilen künstlich zusammen, so bedarf's nach v. Mayrhofer einer Schmelztemperatur von 1900°, während sie dann bei 1585° umgeschmolzen werden kann. Da die bei Schmelzprozessen fallenden Schlacken seltener aus den einzelnen freien Bestandtheilen zusammengeschmolzen werden, sondern meist theils aus zugeschlagenen bereits früher gebildeten Silicaten, theils aus in den Erzen etc. in oft mannigfacher Verbindung enthaltenen Oxyden entstehen, so fällt die Temperatur, welche zur Bildung der neuen Schlacken erforderlich ist, zwischen den Schmelzpunct derselben und die Temperatur, welche erforderlich sein würde, diese neue Schlacke aus den einzelnen einfachen Körpern zu bilden. Man vermeidet z. B., wo es angeht, einen Quarzzuschlag, und verwendet statt dessen kieselerdehaltige Surrogate (Thon, Thonschiefer, Schlacken). Nur da, wo hohe Temperaturen zu erzeugen und kräftig solvirende Wirkungen auszuüben sind, kommt wohl ein Quarzzuschlag vor (Kupferschmelzen im Flammofen). Strengflüssige Schlacken, welche stets einen fehlerhaften Ofengang anzeigen, entstehen entweder bei Mangel an hinreichender Temperatur oder bei unzweckmässiger Zusammensetzung der Beschickung, wenn zu viel Kieselerde und zu wenig Basen, oder umgekehrt, vorhanden sind, oder wenn unter den letzteren Thonerde und Magnesia sehr überwiegen. Solche Schlacken erkennt man an ihrer steifen Beschaffenheit, dem erdigen und halbgeschmolzenen Ansehen und an den vorhandenen Höhlungen und Blasenräumen. Dagegen ist die Be-

schickung zweckmässig gewählt, wenn die Schlacke bei guter Consistenz möglichst metallfrei ist und für eine gegebene Menge Brennmaterial das Maximum von Erz genommen werden kann.

Erkennung d. Silicirungsstufen der Schlacken.

Unter Berücksichtigung des Vorstehenden lassen sich die Merkmale der verschiedenen Silicirungsstufen der aus Doppelsilicaten bestehenden Schlacken hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit und ihres Verhaltens im flüssigen Zustande und beim Erstarren in folgender Weise feststellen:

Subsilicatschlacken.

1) Subsilicatschlacken, kommen hauptsächlich als Halb-, Drittel- und Sechstelsilicatschlacken

$$\dot{R}^2 \dddot{Si} = R^2 S^3, \dot{R}^3 \dddot{Si} = R S, \dot{R}^6 \dddot{Si} = R^2 S$$

nur bei vorwaltenden Metalloxyden, namentlich $\dot{F}e$ und $\dot{M}n$, vor, weil sie mit Erdbasen nicht fliessen. Sie schmelzen alsdann bei niedrigen Temperaturen, fliessen sehr hitzig und dünn, sind hellleuchtend, blähen sich wohl auf, erstarren aber schnell, indem sie sich zusammenlegen, und zerspringen dabei. Nach dem Erstarren zeigen sie bei einem dichten, faserigen oder feinkörnigen, ins Unebene übergehenden Bruche und hohem specifischen Gewicht meist dunkle Farbe und metallischen oder halbmetallischen Glanz, häufig Anlauffarben und werden durch Säuren unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zerlegt.

Derartige Schlacken, welche sich z. B. in der letzten Periode beim Eisenfrisch- und beim Schweissprozess erzeugen und im Wesentlichen aus Eisenoxydulsilicaten bestehen, nennt der Hüttenmann sehr frisch.

Im Allgemeinen sind solche basischen, eisenoxydulreichen Schlacken leichtflüssiger, als saurere, aber bei Zunahme der Basen über eine gewisse Grenze hinaus werden sie strengflüssiger und bei Uebersättigung damit kann sich dies bis zur Unschmelzbarkeit steigern. So sind an Eisenoxyd oder Eisenoxyduloxyd reiche Schlacken vom Ende des Frischprozesses, Zängeschlacken etc. strengflüssiger, als Roh- und Schweissofenschlacken. Eisenoxydsilicate bilden sich bei ihrer Strengflüssigkeit wohl nicht in solchen Schlacken; tritt Eisenoxyd auf, so geschieht dies als Stellvertreter der Kieselsäure.

Singulosilicatschlacken.

2) **Singulosilicatschlacken** von der Zusammensetzung $\dot{R}^3 \ddot{\ddot{S}}i + \ddot{\ddot{R}} \ddot{\ddot{S}}i = R S + R_0 S$, wenn $R = \dot{R}^3$ und $R_0 = \ddot{\ddot{R}}$, und zwar:

a) **Singulosilicate mit vorwaltenden metallischen Basen**, z. B. Eisenoxydul. Dieselben zeigen sich noch **frisch**, wenngleich sie schon strengflüssiger und etwas weniger dünnflüssig, als die Subsilicate sind, auch mit weniger heller, rother Farbe fliessen. Sie erstarren, ohne teigartig zu werden, schnell durch die ganze Masse, blähen sich häufig auf, bleiben dann nach dem Erstarren aufgebläht, indem zuweilen die Blasen unter eigenthümlichem Knistern bersten und blaue Gasflammen entlassen, haben gewöhnlich metallischen Glasglanz, sind bei grossem specifischen Gewicht häufig krystallinisch, blasig oder löcherig und werden von Säuren meist unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zerlegt.

Solche Schlacken erzeugen sich z. B. beim Bleierz- und Bleisteinschmelzen zu Sala, Freiberg und am Com. Unterharze, in der ersten Periode des Eisenfrischens, beim Bleisteinschmelzen am Oberharze, beim Kupfererzschmelzen am Unterharze, beim Gaarmachen des Kupfers etc. Nach PLATTNER bedürfen die Eisenfrischschlacken (Rohschlacken) zu ihrer Bildung einer Temperatur von 1789—1832 °C und zu ihrer Schmelzung von 1431 °C. Das Singulosilicat ist am leichtflüssigsten, dann folgen das Bi-, das Tri- und zuletzt das Sechstelsilicat, als am strengflüssigsten über die obige Grenze hinaus.

Derartige Schlacken veranlassen bei ihrer Neigung, schnell zu erstarren, und weil bei höherer Temperatur die Oxyde unter Bildung von Bühnen, Eisensauen etc. theilweise reducirt werden, leicht einen unreinen, kurze Schmelzcampagnen und Metallverluste herbeiführenden Schmelzgang, welche letzteren auch noch dadurch gesteigert werden, dass sich bei dem verhältnissmässig grossen specifischen Gewichte der Schlacken Metalle und Leche unvollständig daraus absondern, so dass man dieselben nicht ohne Noth erzeugt.

b) **Singulosilicate mit vorwaltenden erdigen Basen**, wie Kalkerde, Thonerde und Magnesia; sind schwerschmelziger, als die Bisilicate mit denselben Basen, aber bei

hoher Temperatur dünnflüssig, bei nicht hinreichender Hitze mussig, ziehen keine Fäden, geben unter raschem Erstarren leicht einzelne nicht zusammenhängende Brocken (kurze, frische Schlacke), haben nach dem Erstarren ein erdiges oder steiniges, blasiges und löcheriges Aussehen, lichtere Farben und häufig krystallinisch strahliges oder blättriges Gefüge. Derartige strengflüssige Schlacken erzeugt man z. B. bei kalkreichen Eisensteinsbeschickungen, namentlich beim Cokeshohofenbetrieb mit oder ohne Anwendung erhitzter Luft, um bei hoher Temperatur den Schwefelgehalt der Cokes oder der Eisensteine (z. B. Blackband) an Kalk zu binden und in die Schlacke zu führen, sowie das Roheisen vor einem zu grossen Siliciumgehalt zu schützen. Bei längerem Liegen an der Luft zerfallen diese Schlacken wohl zu Staub, indem sich das $\dot{C}a$ und das sehr basische Kalksilicat zersetzen; mit Wasser übergossen, entwickeln sie unter starkem Aufblähen reichlich Schwefelwasserstoffgas. Manche Schlacken enthalten über 6% $\dot{C}a$ (B. u. h. Ztg. 1858 S. 231). Auch schwer reducirbare Eisensteine (z. B. Blackband) erfordern eine solche strengflüssige, basische Schlacke. Kalkreiche, steinige Schlacken greifen zwar das Ofengestell weniger an, als sauere, glasige Schlacken, aber bei hohem Kalkgehalte bilden sich leichter Ansätze, weshalb es sich häufig empfiehlt, nach längerem Gange mit basischer Schlacke einige Tage den Kalkgehalt zu vermindern. Bei geringerem Kalkzusatz oder bei Zuschlag von Manganoxydul werden die Schlacken leichtschmelziger, ein steiniger Kern umgibt dann eine mehr oder weniger dicke, hellbraune oder grünliche glasige Hülle und es lassen sich schon Fäden ziehen. Während z. B. die Schlacken der *westphälischen* Cokesöfen, welche Kohleneisenstein verschmelzen, sowie Cokesofenschlacken vom *belgischen* Roheisengiessereibetriebe den obigen Character einer starkkalkigen Schlacke zeigen, so nehmen die *belgischen* Schlacken vom Betriebe auf weisses Frischroheisen mehr den Habitus der zuletzt geschilderten Schlacke an.

Diejenigen Basen, welche zur vollkommenen Sättigung der Kieselerde in grösster Menge aufgenommen werden, geben die im Sättigungspuncte leichtflüssigsten Schlacken.

Da $\ddot{S}i$ in 100 Theilen 52,98 Theile O, $\dot{C}a$ 28,57 und $\ddot{A}l$ 46,7 Theile O enthält, so bedarf man zur Sättigung von 1 Theil $\ddot{S}i$

$$\text{an } \dot{C}a = \frac{52,98}{28,57} = 1,854$$

$$\text{an } \ddot{A}l = \frac{52,98}{46,7} = 1,134$$

aus welchem Grunde als Zuschlag bei Schmelzprozessen mehr $\dot{C}a$, als $\ddot{A}l$ angewandt wird.

Bisilicatschlacken.

3) Bisilicatschlacken, $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + \ddot{R}\ddot{S}i^2 = R S^2 + R_0 S^2$, bedürfen zu ihrer Bildung einer höheren Temperatur, als die vorhergehenden Schlackenarten, fliessen träger und zäher, sind schon fadenspinnend, erstarren langsamer und zerspringen nicht beim Erkalten. Derartige Schlacken nennt man saiger. Sie sind, wenn sie nicht zu viel Eisenoxydul enthalten, glasig, durchscheinend, erhalten beim langsamen Abkühlen ganz eine steinige Textur oder wenigstens bei glasiger Hülle einen steinigen Kern, erscheinen dabei zuweilen krystallinisch oder zu Krystallen ausgebildet, werden von Säuren wenig zersetzt und lassen sich nur durch Schmelzen mit Alkalien gehörig aufschliessen. Es gehören zu dieser Classe z. B. die Schlacken von der Freiberger Roharbeit in Schacht- und Flammöfen, welche nach PLATTNER bei 1710—1730° C sich bilden und bei 1330—1360° C schmelzen; ferner die Kupfererzschlacken von Fahlun und vom Oberharze, die oberharzer Bleiglanzschliegschlacken, die sächsischen Zinnschlacken, manche Eisenhohofenschlacken, namentlich die vom Holzkohlenofenbetriebe, welche nach PLATTNER bei 1870—1880° C sich bilden und bei 1390 bis 1430° C schmelzen. Das reine Bisilicat der Kalk- und Thonerde (S. 824) bildet sich bei etwa 1900° C.

Derartige Schlacken geben, weil sie zur Ansatzbildung wenig geneigt sind, im Allgemeinen die reinste Schmelzung, in Folge dessen längere Ofencampagnen, und gestatten bei ihrem durch Erdbasen veranlassten geringeren specifischen Gewichte und dem hinreichenden Grade der Flüssigkeit eine vollständigere Absonderung von Metallen und Lechen. Da-

gegen können sie bei ihrem höheren Kieselsäuregehalte Veranlassung zur Verschlackung von Oxyden geben, welche reducirt werden sollen, weshalb man in solchem Falle eine basischere Schlacke wählen muss (stark geröstete Blei- und Kupfererze). Die Erzeugung der Bisilicate ist demnach da an ihrem Platze, wo nur hauptsächlich Erden verschlackt werden sollen (Bleiniederschlagsarbeit, Eisenhohofenbetrieb, Kupferschieferschmelzen) oder gleichzeitig auch Metalloxyde, deren Entfernung für den Prozess wünschenswerth ist (Roharbeit, Zinnerzschmelzen). In letzterem Falle ist dann aber meist nicht zu vermeiden, dass neben den zu entfernenden Oxyden auch mehr oder weniger nutzbare mit verschlackt werden (Zinnerzschmelzen).

Wie bereits (S. 824) angeführt, geben die Bisilicate von Kalk- und Thonerde die leichtflüssige Schlacke, welche unter diesen Substanzen möglich ist. Sowohl bei Vermehrung der Base, als der Säure nimmt die Strengflüssigkeit derselben zu.

Die Asche von Cokes ist meist nahezu Bisilicat, zuweilen mit etwas Trisilicat. Da sie eine Menge verschiedener Basen enthält, so ist sie leichtflüssiger, als irgend eine Hohofenschlacke, und vereinigt sich mit der Schlacke der Beschickung leicht.

Analysen von Cokesaschen.

	$\dddot{Si}$	$\overline{Al}$	$\overline{Fe}$	$\overline{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Fe}$	Alkali u. Verlust.	S
1.	54,78	30,92	7,79	0,64	1,26	0,51	0,19	3,91	—
2.	61,60	28,20	3,80	0,40	2,60	1,40	—	0,70	1,30
3.	62,10	29,00	3,10		5,8		—	—	—
4.	65,70	23,60	2,60		8,1		—	—	—

1) Von Henrichshütte bei Hattingen nach PETERS. (B. u. h. Ztg. 1858 S. 225.) 2) Von Poln. Ostrau, nach MAYRHOFER, Sauerstoffverh. 32,01 : 14,64. 3) Von Mähr. Ostrau, nach Demselb., Sauerstoffverh. 32,3 : 16,0. 4) Von Poln. Ostrau nach QUADRAT, Sauerstoffverh. 34,1 : 14,0. (Leoben. Jahrb. 1861. Bd. X. S. 353.)

Trisilicatschlacken.

4) Trisilicatschlacken, von der Form

$$\dot{R}\,\dddot{Si} + \overline{Al}\,\dddot{Si}^3 = R\,S^3 + R_0\,S^3, \text{ (wo } R_0 = \overline{R})$$

sind sehr saiger, fliessen zähe wie Glas, lassen sich zu langen

Fäden ziehen, erstarren sehr langsam, haben nach dem Erstarren ein glasartiges Ansehen und muschligen Bruch, sind durchsichtig oder emailartig bei verschiedener Färbung und hart, werden von Säuren nicht zersetzt, bedürfen zum Aufschliessen das 3—4fache Gewicht kohlensaures Alkali und erzeugen sich nur bei den höchsten Temperaturen, z. B. zuweilen in Eisenhohöfen, beim Versuchsschmelzen von Oberharzer Bleierzen in einem nach Art der Eisenhohöfen zugestellten Schachtofen mit Rast etc. Joachimsthaler Reichverbleiungsschlacken von einem mittelmässig strengen Ofengange (§. 128. Nr. 16) sind Trisilicate des Eisenoxyduls und der Kalkerde. Bei einem grösseren Kalkgehalt blähen sie sich beim Begiessen mit Wasser zu einer bimsteinähnlichen Masse (Gaarschlacke) unter Entlassung von Schwefelwasserstoffgas auf und unterscheiden sich in diesem Zustande von den ebenfalls häufig aufgeblähten Singulosilicatschlacken mit viel Eisenoxydul durch ihre lichte Farbe.

Solche Schlacken sind noch mehr als Bisilicatschlacken geneigt, Metalloxyde aufzulösen, was man aber beim Hohofenbetrieb durch Ausscheidung des oxydirten Eisens mittelst stärkerer Basen (Kalk) bei hoher Temperatur und sehr kräftig reducirende Wirkung auf dasselbe verhütet. Es lässt sich aber bei der herrschenden hohen Temperatur nicht ganz vermeiden, dass erdige Stoffe, wie Kieselerde, sich reduciren und ihr Radikal ins Eisen geführt wird. Müssen sehr strengflüssige Schlacken bei einem Hüttenprocesse erzeugt werden, so erhöht man die Strengflüssigkeit meist lieber durch vermehrten Magnesia- oder Thonzusatz, als durch Steigerung des Kieselsäuregehaltes.

Quarz in den Schlacken. Zuweilen enthalten die Schlacken (Kupfer- und Bleischlacken) Quarz sichtbar beigemengt. Wenngleich in den Höhlungen und Klüften dieser Quarzbruchstücke leicht metallische Theile zurückbleiben oder durch dieselben Veranlassung zur Bildung schwammiger Schlacken, welche leicht metallische Theile zurückhalten, gegeben wird, so ist doch gewöhnlich der hierdurch herbeigeführte Nachtheil geringer als der, welcher daraus hervorgeht, wenn man die Quarzkörner vollständig schmelzen wollte. Um dies zu erreichen, müsste man die Dauer der Schmelzcampagne bedeutend ver-

längern und eine grosse Quantität starker Basen (Eisenoxydul, Kalk) zuschlagen, wodurch die Schmelzkosten und Metallverluste durch den Einfluss der Masse vermehrt werden würden. Durch einen solchen Zuschlag von Eisenoxydul würde aber auch das specifische Gewicht der Schlacke so bedeutend zunehmen, dass es von der des Steines sich nur wenig unterschiede, wodurch der Absonderung desselben entgegengewirkt würde.

Aluminatschlacken.

Die reinen Aluminatschlacken kommen bei Schmelzprozessen nicht vor, da sowohl die einfachen, als auch die doppelten sehr hohe Temperaturen zum Schmelzen erfordern.

Schlackenstructur.

B. Die Structur der Schlacken. Können gleich Schlacken von derselben chemischen Zusammensetzung verschiedene physikalische Eigenschaften (Farbe, Härte, Schmelzbarkeit) durch Temperaturverschiedenheiten erhalten [1]), so lassen sich doch in vielen Fällen aus den äusseren Eigenschaften Schlüsse auf die Wirkungsweise und Zusammensetzung der Schlacken machen, so z. B. aus der Structur [2]) derselben.

Amorphe und krystallinische Schlacken.

Ihrer Structur nach sind die Schlacken entweder amorph (glasig, emailartig, steinig, erdig) oder krystallinisch. Ist eine Schlacke vollkommen durchsichtig, im Bruche muschlig und scharfeckig, glasglänzend, so pflegt sie reich an Kieselsäure zu sein; hat sie das Ansehen eines vollkommen geschmolzenen, durchscheinenden, aber etwas emailähnlichen Glases, so ist gewöhnlich das Erdenverhältniss gut getroffen; ist die Schlacke steinig und trocken, mit rauhem Bruche, oder ist sie halbdurchscheinend und zeigt Wachsglanz, dabei aber einen dichten, etwas krystallinischen Bruch, so ist sie von basischer Beschaffenheit; bei bedeutend vorwaltendem Erdengehalte wird der Bruch erdig und die Schlacke hat wenig Zusammenhang.

Ausser diesen drei Zuständen kommen alle möglichen Zwischenglieder vor, und es erleiden dieselben verschiedene Abänderungen, je nachdem die Schlacke mehr oder weniger schwere Metalloxyde enthält. Letztere pflegen derselben,

1) Leonh., Hüttenerz. S. 22.
2) Ibid. S. 144.

wenn sie im Ueberschusse vorhanden sind, halbmetallischen Glanz und dunkle Farbe zu verleihen.

Während bei krystallisirten Hohofenschlacken die Krystalle meist aus derselben Substanz, wie die sie umschliessende Grundmasse, bestehen, so sind die glasigen Schlacken als Gemenge verschiedener Sättigungsstufen zu betrachten. Werden geglättete Bruchflächen solcher Schlacken mit salpetersauren und ein anderes Mal mit salzsauren Dämpfen geätzt, so entstehen in beiden Fällen verschiedene, unter einer guten Loupe wahrnehmbare, krystallinische Figuren, was nach Mayrhofer zu der Annahme berechtigt, dass diese Schlacken aus verschiedenartig zusammengesetzten, leichter und schwerer löslichen Krystallen bestehen, die in einer kieselsauren Grundmasse untrennbar an einander geschlossen sind.

Die glasigen Schlacken, welche häufig als Gemenge verschiedener Sättigungsstufen zu betrachten sind, gehen bei langsamer Abkühlung öfters in einen steinigen oder krystallinischen Zustand über, zuweilen scheiden sich aus der glasigen Grundmasse deutliche Krystalle aus.[1]) Oft zeigen glasige oder emailartige Schlacken einen steinigen Kern. Reaumur's Entdeckung, dass Glas sich in lang anhaltender Hitze in eine steinige Masse umwandelt (sich entglast), d'Artigues' Beobachtungen über die Entglasung des Glases, die Versuche von Hutton und Hall über die durch Schmelzung der Laven und Trappgesteine erzeugten steinigen und glasigen Producte und die von Fuchs hervorgehobenen Unterschiede zwischen dem amorphen und krystallinischen Zustand haben wichtige Beiträge zur Kenntniss des Aggregatzustandes der Schlacken geliefert.

Bei steinigen Schlacken hat man zu unterscheiden, ob sie beim Schmelzprozess gleich in diesem Zustande gefallen oder erst durch langsame Abkühlung glasiger Schlacken entstanden sind. Im ersteren Falle ist die Schlacke basischer, als im letzteren (S. 829).

1) Einfluss des Temperaturwechsels auf das äussere Ansehen der Hohofenschlacken. Erdm., J. f. ök. u. techn. Chemie. IV, 112. Leonh., Hüttenerz. S. 25. Hausmann, Molekularbeweg. S. 167. Daubrée, über den Metamorphismus der Gesteine. 8. Kap. §. 1 (B. u. h. Ztg. 1861. S. 205).

Die **steinigen** Schlacken sind theils Gemenge, theils chemische Verbindungen, die **krystallinischen** und **krystallisirten** Schlacken stets von letzterer Beschaffenheit.[1])

Von der Bedeutung krystallisirter Schlacken für den Hüttenmann war S. 682 die Rede; nur in wenigen Fällen kann die Entstehung derselben zur Beurtheilung des Hüttenprozesses dienen. Am häufigsten bilden sich dieselben, wenn man eine grössere Schlackenmasse hinreichend flüssig erhält, wo sich dann Krystalle aus derselben ausscheiden, welche bald eine gleiche, bald eine verschiedene Zusammensetzung von der Grundmasse haben. Schlacken von bestimmter stöchiometrischer Zusammensetzung sind nicht nothwendig das Resultat zweckmässiger Beschickungen und eines guten Schmelzganges, wiewohl sie andernfalls auch nicht immer besonders strengflüssiger, als andere Schlacken sind.

Die krystallisirten Schlacken stimmen zuweilen hinsichtlich der Krystallgestalt und der Zusammensetzung mit natürlich vorkommenden Silicaten überein und es kann dann für den Geognosten die Entstehungsweise derselben interessant sein.

So finden sich z. B. Schlacken von der Beschaffenheit der **Pyroxensubstanz**[2]) $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Na})^3 (\dddot{Si}, \bar{\dddot{Al}})^2$ — nämlich des **Wollastonits**[3]) $\dot{Ca}^3 \dddot{Si}^2$, des **Diopsids**[4]) $(\dot{Ca}, \dot{Mg})^3 \dddot{Si}^2$, des **Augits**[5]) $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})^3 (\dddot{Si}, \bar{\dddot{Al}})^2$ —, des **Glimmers**[6]) $\dot{K} \dddot{Si} + \bar{\dddot{Al}} \dddot{Si}^{2\text{-}4}$, des **Idokras**[7]) 3 $(\dot{Ca},$

---

1) Ueber Entstehung krystallisirter Schlacken: Plattner in B. u. h. Ztg. 1855. S. 159. Leonh., Jahrb. f. Miner. 1855. S. 129. Gurlt, pyrogen. Min. S. 58.
2) Erdm., J. f. pr. Ch. XX, 501.
3) Leonh., Jahrb. 1837. S. 588. B. u. h. Ztg. 1859. S. 412. Leonh., Hüttenerz. S. 284, 290.
4) Bgwfd. XV, 463. Leonh., Hüttenerz. S. 288. Hausm., neue Beitr. S. 3.
5) Leonh., Basalte II, 493. Leonh., künstlicher Augit. Stuttg. 1853. B. u. h. Ztg. 1859. S. 412.
6) Berzelius, Jahresber. IV, 249. Leonh., Hüttenerz. S. 224.
7) Leonh., Jahrb. 1837. S. 587; 1839. S. 191. Bgwfd. X, 45. Leonh., Hüttenerz. S. 388.

$\dot{Mg}$, $\dot{Fe})^3$ $\dddot{Si}$ + 2 ($\bar{Al}$ $\bar{Fe}$) $\dddot{Si}$, des **Humboldtiliths**[1] 2 ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ca})^3$ $\dddot{Si}$ + ($\dot{Fe}$, $\bar{Al}$) $\dddot{Si}$, des **Olivins** und **Chrysoliths**[2] ($\dot{Mg}$, $\dot{Fe})^3$ $\dddot{Si}$, des **Fayaliths**[3] $\dot{Fe}^3\dddot{Si}$, des **Feldspaths**[4] ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$) $\dddot{Si}$ + $\bar{Al}$ $\dddot{Si}^3$, der **Hornblendesubstanz** — **Strahlstein**[5]) $\dot{Ca}$ $\dddot{Si}$ + $\dot{Mg}^3$ $\dddot{Si}^2$, **Asbest** (S. 791) —, **Epidot**[6]) $\dot{R}^3$ $\dddot{Si}$ + 2 $\bar{R}$ $\dddot{Si}$, **Gehlenit**[7]) 2 ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg})^3$ $\dddot{Si}$ + ($\bar{Al}$, $\bar{Fe})^2$ $\dddot{Si}$, **Pseudonephelin**[8]) u. a.

Manche Schlacken haben ein blättriges, strahliges, fasriges Gefüge, sind blasig, schiefrig, porphyr- und mandelsteinartig, erhalten beim Erstarren auf einer kalten Unterlage prismatische Zerklüftungen[9]) u. dergl. m.

berflächen-gestaltung.

Hinsichtlich der **Oberflächengestaltung**[10]) der Schlakken sind oft interessante Wahrnehmungen zu machen. Die Oberfläche ist glatt, blasig, rauh, mit rundlichen Eindrücken, mit spitzen, kegelförmigen Hervorragungen, faltig mit verschlungenen, schlangenförmigen Adern und Leisten, Kohlentheilchen einschliessend u. dergl. m.

arben der Schlacken.

C. **Die Farbe und Farbenzeichnung der Schlakken.** Die Färbung[11]) der Schlacken lässt in manchen Fällen erkennen, welche Oxyde und ob die Oxyde der auszubringenden Metalle darin enthalten sind (rothe Kupfererzschlacken, grüne Eisenhohofenschlacken); auch gibt sie wohl Kenntniss von dem Silicirungsgrade, dem Flüssigkeitszustande,

---

1) Hausm., Beitr. zur metallurg. Krystallkunde. S. 57. Leonh., Hüttenerz. S. 328. B. u. h. Ztg. 1860. S. 440.
2) Schweigg., Jahrb. IX, 77. Leonh., Basalte II, 495. B. u. h. Ztg. 1854. S. 113. Hausm., Beitr. S. 20. Liebig's Jahresber. 1851. S. 767. Leonh., Hüttenerz. S. 297, 298. Gurlt, pyrogen. Min. S. 58. Berggeist 1861. S. 257.
3) Hausm., Beitr. S. 21.
4) Hausm., Beitr. S. 42. Leonh., Hüttenerz. S. 218.
5) Leonh., Hüttenerz. S. 24.
6) Leonh., Hüttenerz. S. 24.
7) Ibid. S. 326.
8) Ibid. S. 396.
9) Berggeist 1861. S. 46.
10) Leonh., Hüttenerz. S. 133.
11) Leonh., Hüttenerz. S. 120.

der Art des Erstarrens, sowie von dem Gange des Ofens (z. B. fallen lichte Schlacken beim Gaargang eines Eisenhohofens; sie pflegen höher silicirt zu sein, als die grünen und schwarzen eisenhaltigen vom Rohgange).

Es lässt sich aber die Farbe nicht immer gehörig beurtheilen, da sie häufig nicht rein, sondern durch Streifen, Wolken, Flecken etc. getrübt oder sonst nüancirt hervortritt. Auf der Oberfläche haben die Schlacken in Folge stattgehabter Oxydation zuweilen andere Farben, als auf dem frischen Bruche.

Die Farben rühren vorwaltend von *Metalloxyden* und *Schwefelverbindungen* her, und es verursachen kleine Aenderungen, die kaum durch eine genaue Analyse zu erörtern sind, nicht selten bedeutende Modificationen oder gänzliche Verschiedenheiten. Häufig ist ein und dasselbe Metalloxyd, z. B. $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ und $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, nach BONTEMPS[1]) im Stande, unter gewissen Umständen, z. B. bei verschiedenen Temperaturen, verschiedene Färbungen hervorzubringen. Porzellanartige Schlacken sind meist weiss, gelb, grau, blau, grün, roth; glasige Schlacken grau, gelb, violett, grün, blau, braun und schwarz; krystallinische Schlacken weiss, grau, gelb, grün, braun, schwarz. Die reinen Erdsilicate geben meist farblose Schlacken, doch sind geringe Mengen anderer Körper, wie Eisen und Schwefel, genügend, sie z. B. schön blau zu färben.

Eisenoxydul färbt in Sub- und Singulosilicatschlacken in geringen Mengen grün, in grösseren Mengen schwarz (Eisenfrischschlacken, Schlacken vom Verschmelzen schwefelkiesreicher gerösteter Blei- und Kupfererze); in Bi- und Trisilicatschlacken bouteillen-, gras- oder meergrün, je nachdem die Schlacken mehr oder weniger glasig oder steinig sind. *Eisenoxyd* färbt wenig, in Verbindung mit Eisenoxydul wohl röthlich gelb. Manche solcher Schlacken sind magnetisch.[2])

Manganoxydul bringt in den Schlacken nicht die schöne Amethystfärbung hervor, wie mit Borax und Phosphorsalz vor dem Löthrohr; nur bei hoch silicirten Emailschlacken zeigen sich zuweilen violette Farben. In niedrigen

1) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 49. S. 175.
2) Jahrb. d. geolog. Reichsanst. 1857. S. 680, 690, 691.

Silicirungsstufen färbt dasselbe je nach der anwesenden Quantität davon bei mehr oder weniger Wachsglanz die Schlacke dunkelbraun, hellbraun, isabell- und erbsengelb, mit Eisenoxydul zusammen gelbgrün.

Kupferoxydul gibt trübe oder undurchsichtige braun- und ziegelrothe Schlacken; blaue und grüne Oxydfärbungen kommen seltener vor.

Bleioxyd erzeugt, wenn keine anderen Oxyde vorhanden, milchweisse Schlacken.

Schwefel und Titan in grösserer Menge geben dunklere bis schwarze Farben; ersterer macht dann glasige Schlacken fast vollkommen durchsichtig, letzteres erzeugt zuweilen kupferrothe Häutchen. Blaue Farben, wie sie unter den Eisenhohofenschlacken näher characterisirt werden sollen, vom schönsten Himmel- und Violblau können von einem Gehalt an Phosphorsäure, Kobaltoxyd, Titan, Vanadin, Molybdän, einer ultramarinähnlichen Verbindung oder von optischen Verhältnissen in Folge einer eigenthümlichen Anordnung der kleinsten Theile herrühren.

Auf die Färbung der Schlacken üben ausserdem einen Einfluss aus: die Zusammensetzung der Beschickung, namentlich deren Kieselsäuregehalt (kalkreiche Schlacken von Bieber waren erbsengelb, kieselreichere blaugrau), die Art des Schmelzprozesses, der verschiedene Ofengang (Leonh. c. l. S. 125, 128) u. a.

Bei glasigen und emailartigen Schlacken wechseln oft an einem Handstücke die verschiedenartigsten Farben; bald erscheinen die einzelnen Nüancen scharf abgeschnitten, bald verlaufen sie in einander und geben die schönsten Farbenzeichnungen, welche seltener achatartig um einen Kern geordnet sind, als streifig erscheinen. Die einzelnen Streifen haben oft eine verschiedene Härte.

Bunte Anlauffarben[1]) kommen besonders bei an Eisen- und Manganoxydul reichen Schlacken vor (Frisch-, Puddel-, Schweissofenschlacken), werden aber auch bei erdigen Schlacken (Mägdesprunger Eisenhohofenschlacken) wahrgenommen.

---

1) Leonh., Hüttenerz. S. 131.

D. Specifisches Gewicht und Härte der Schlakken. Da specifisches Gewicht und Härte der Schlacken zum Aggregatzustand und der Zusammensetzung in einem gewissen Verhältnisse stehen, so sind dieselben nicht zu übersehen, indem sie für Hüttenproducte einen ähnlichen Werth haben, wie für Mineralien.[1]) Im Allgemeinen nimmt die Dichtigkeit um so mehr zu, je rascher die Abkühlung erfolgt, während dies hinsichtlich der Härte umgekehrt ist; langsam abgekühlte Schlacken sind etwas härter, als rasch erkaltete.

Spec. Gew. u. Härte.

Geringes specifisches Gewicht und Glasglanz deuten auf höher silicirte erdige, hohes specifisches Gewicht und metallähnlicher Glanz auf niedriger silicirte, an schweren Metalloxyden reiche Schlacken. Das specifische Gewicht ist von wesentlichem Einflusse auf die mehr oder weniger vollständige Absonderung von Metallen, Lechen und Speisen aus den Schlacken. Eingemengte Schwefelungen erhöhen das sp. G.

Spec. Gew.

Ulrich[2]) fand für die gewöhnlich vorkommenden Schlakken, von denen die niedriger silicirten meist vorwaltend schwere Metalloxyde, die kieselerdereicheren vorwaltend Erdbasen enthalten, folgende specifische Gewichte: für Singulosilicatschlacken 4,2 — 3,6, Durchschnitt 3,9, für Bisilicatschlacken 3,5 — 3,0, Durchschnitt 3,2, und für Trisilicatschlacken 2,94 — 2,57, Durchschnitt 2,7, wonach sich die specifischen Gewichte wie 7 : 6 : 5 verhalten.

Die Härte der Schlacken (Leonh. c. l. S. 184) pflegt bei allmälig erkalteten steinigen Schlacken (basaltirte Schlacken) grösser zu sein, als bei glasigen, was bei deren Verwendung zu Bausteinen, zu Chausseebaumaterial etc. zu berücksichtigen ist. Beim Formen der Schlacken zu Bausteinen, wozu sich nur saigere, zähflüssige Schlacken eignen, bilden sich im Innern derselben zuweilen Blasenräume mit krystallinischer Ausscheidung oder Stalactiten etc., welche ihre Haltbarkeit beeinträchtigen.

Härte.

E. Zersetzung der Schlacken und Schlackeneinschlüsse. Bei Verwendung der Schlacken zu Baustei-

Zersetzbarkeit.

1) Hausmann, Stud. d. Götting. Ver. VI, 400. Leonh., Hüttenerz. S. 183.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 45.

nen etc. ist ihre **Zersetzbarkeit** im Laufe der Zeit nicht zu übersehen. Kalkreiche **Eisenhohofenschlacken**, welche namentlich viel Schwefelcalcium enthalten, zerfallen nach längerer Zeit unter Zersetzung des Ċa und des Kalkerdesilicats zu Staub. An **Mägdesprunger** krystallisirten Hohofenschlacken haben ZINKEN[1]) und BISCHOF[2]) beobachtet, dass, wenn dieselben bis zu einer gewissen Temperatur abgekühlt sind, auf ihrer Oberfläche eine lebhafte Bewegung wie in einem th[illegible] Ameisenhaufen, und eine Staubbildung beginnt. Nach dem Zerschlagen solcher Schlakken ergab sich, dass die [illegible]se schneller in feines, gelblichweisses Pulver umgew[illegible]t wird, als die Krystalle in einen gröberen grünlichen [illegible] Nach 6 Monaten war die ganze Schlackenmasse in S[illegible] verwandelt. RAMMELSBERG hat diese Schlacken analysirt [illegible]uch von **Königshütte**[3]) in Oberschlesien sind zerfalle[illegible] Schlacken bekannt. Diese Eigenschaft kann aus eine[illegible]morphismus solcher Schlakken erklärt werden.

Beim längern Liegen der Schlacken, z. B. in alten Halden, bilden sich nicht selten amorphe oder krystallinische Verwitterungsproducte, z. B. aus Kupferschlacken **Kupferoxydul**, **Malachit**[4]) und **Gyps**[5]) u. dergl. Bausteine aus Oberharzer Schliegschlacken überziehen sich nach einiger Zeit mit einer weissen Haut.

[...]chlüsse in [...]hlacken.

Zuweilen zeigen Schlacken **fremdartige Einschlüsse**, welche auf deren Aggregatzustand, Härte, Zersetzbarkeit etc. einen mehr oder weniger grossen Einfluss ausüben. So fanden sich z. B. in Kupfergaarschlacken **arsenige Säure**[6]), **arsensaures Nickel- und Kupferoxydul**[7]) und **Kupferoxydul**[8]), in Schlacken von der Concentration des

---

1) ERDM., J. f. pr. Chem. II, 394.
2) BISCHOF, Mägdesprunger Hohofenproducte. Quedlinburg 1853. LEONH., Hüttenerz. S. 189.
3) LIEBIG's Jahresb. VIII, 850.
4) HAUSMANN, Molekularbeweg. S. 57, 76. LEONH., Hüttenerz. S 187.
5) LEONH., Hüttenerz. S. 187.
6) ULRICH in B. u. h. Ztg. 1859. S. 37.
7) HAUSM., Beitr. S. 5, 52.
8) POGG., Ann. Bd. 49. S. 358. HAUSM., Beitr. S.

Kupfersteines im Flammofen zu Freiberg eingemengte Krystalle von Magneteisen.[1])

Anwendung d. Schlacken.

F. Die Anwendung der Schlacken ist eine mehrfache, nämlich:

Schlacken als Schmelzzuschläge.

1) als Zuschlag bei Schmelzprozessen, und es kann dabei die Wirkung beruhen:

a) auf deren Vermögen, je nach ihrer Acidität noch Kieselsäure oder Basen aufzulösen. Wird z. B. eine aus schwer und leichter reducirbaren Oxyden ($\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\overline{\mathrm{Cu}}}$, $\dot{\mathrm{Mn}}$, $\dot{\mathrm{Co}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$) bestehende Beschickung mit einer hinreichenden Quantität saurer Schlacken einem reducirenden Schmelzen bei nicht zu hoher Temperatur unterworfen, so werden die Oxyde der zuerst genannten Art ($\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{Mn}}$, $\dot{\mathrm{Co}}$) von der Schlacke aufgelöst, während die der letzteren Art ($\dot{\overline{\mathrm{Cu}}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$) sich reduciren. Bei Mangel an Schlacken wird auch ein Theil der ersteren Oxyde reducirt. Liegt der Schmelzpunct derselben nicht zwischen den betreffenden leicht und schwer reducirbaren Oxyden, so werden entweder erstere verschlackt, — wenn die Schlacke früher schmilzt, als sie sich reduciren —, oder letztere werden, wenn die Schlacke zu strengflüssig ist, theilweise reducirt. Um den Schmelzgang entsprechend abzuändern, ist es erwünscht, wenn auf den Hütten saure (saigere) und basische (frische) Schlacken zu Gebote stehen.

Am häufigsten werden bei den verschiedensten Schmelzprozessen Eisenfrischschlacken oder statt deren geröstete Schwefelkiese und Rohleche zugeschlagen, deren Eisenoxydul alle Silicate leichtflüssig macht, als starke Base andere Oxyde, z. B. Kupfer- und Bleioxyd austreibt, so dass dieselben reducirt werden können, oder bei hoher Temperatur sich selbst reducirt und als Niederschlagsmittel auf Schwefelungen, z. B. Schwefelblei, wirkt oder selbst Gegenstand der Gewinnung ist. Auch kann das Eisenoxydul direct entschwefelnd auf Schwefelmetalle wirken. Als Entschweflungsmittel angewandt, geben die Eisenfrischschlacken leicht Eisensauen.[2]) Stöchiometrische Berechnungen können

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 114.

2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 109; 1857. S. 331, 335; 1858. S. 232. Mayrhofer im Leoben. Jahrb. 1861. Bd. 10. S. 318, 358.

zur Ermittelung des richtigen Erdenverhältnisses in den Schlacken sehr förderlich sein (S. 163).

b) auf der Eigenschaft, im geschmolzenen Zustande ein Medium abzugeben, in welchem die zerstreuten Theilchen der ausgebrachten Metalle, Schwefelungen etc. zusammenfliessen, und dann als Decke diese Producte gegen die schädliche Einwirkung des Feuers, der Luft und Kohlensäure zu schützen. Das Verhältniss der Schlacken- zur Metallmenge, bei welchem auf den Hütten das beste Ausbringen stattfindet, ist meist Erfahrungssache. Grösstentheils hängt die Quantität der Schlacken von der Pressung des Windes ab; je stärker letztere, desto grösser erstere. Bei zu schlackenarmen Beschickungen findet ein grosser Metallverlust durch Verflüchtigung oder Verschlackung oder eine Veränderung des Productes (z. B. Roheisen) statt, bei zu schlackenreicher Beschickung bleiben leicht Metallkörner in der grossen Schlackenmasse mechanisch eingemengt, es findet ein erhöhter Brennmaterialverbrauch statt und die Schlacke kann zerlegend auf das Hauptproduct einwirken (Roheisen). Beim Eisenhohofenbetrieb sind nach Walter de St. Ange in Cokesöfen, je nachdem sie graues oder weisses Roheisen liefern, resp. 259—2.8 und 137—201 Gew.-Thle. Schlacken auf 100 Gew.-Thle. Roheisen nöthig, für Holzkohlenöfen resp. 230—280 und 120—170 Thle. Schlacken. Diese in den meisten metallurgischen Schriften adoptirten Angaben sind wohl im Allgemeinen zu hoch, und es ist auch eine solche Verschiedenheit der Schlackenmenge für weisses und graues Roheisen nicht durchweg nachweisbar. Nach Peters ist das Verhältniss von Schlacke zu grauem Roheisen beim Cokeshohofen zur Henrichshütte bei Hattingen 123 : 100, nach Truran für einen Hohofen zu Dundyvan in Schottland 93 : 100. Nach Mayrhofer wird in Kärnthen bei einer leichtflüssigen Beschickung und grosser Production, also bei viel Wind mit nicht viel über ½ Pfd. Pressung, noch gut gearbeitet, wenn das Verhältniss von Schlacke zu Roheisen 40 : 100 ist; auf belgischen Werken ist dasselbe bei mittelflüssiger Beschickung, grosser Production, also grosser Windmenge, und 20 Centim. = 89 Lin. = 3,3 Pfd. Pressung ungefähr wie 1 : 1 und wohl etwas darunter. Bei

einem Verhältniss von Schlacke und Roheisen wie 2 : 1 theilt die erstere letzterem unter Kohlenstoffentziehung schon etwas Silicium mit und zwar um so mehr, je saurer und grösser die Schlackenmasse ist. Man muss deshalb bei reichlicher Schlacke immer basischer beschicken, als bei wenig Schlacke, wodurch die Schlackenmasse noch vermehrt wird. Nur selten findet sich, wie unter Anderem in Galizien, ein Verhältniss von Schlacken zu Eisen wie 4,5 : 1. Letzteres kann zur Giesserei noch recht brauchbar sein, eignet sich aber wegen seines hohen Siliciumgehaltes weniger zum Frischen und muss dabei mit besserem Roheisen vermischt werden. Ein Verhältniss von Schlacke zu Eisen von 70 — 80 : 100 reicht bei Holzkohlenöfen zur Ertragung der Windpressung meist aus.

c) darauf, dass die Schlacken in Schachtöfen das Durchlaufen der Schliege verhindern, als Auflockerungsmittel dienen, hängengebliebene Beschickungstheile herabspülen, strengflüssige Bestandtheile der Beschickung (z. B. Zinkblende, Quarz) mechanisch einhüllen und aus dem Ofen führen, auch dadurch, dass sie leichter in Fluss kommen und die übrigen Schmelzmassen zum schnellern Schmelzen fortreissen, indem eine grosse Schlackenmenge von passenden Eigenschaften den Einfluss aufhebt, welchen die einzelnen nicht basischen oder sauren Beschickungstheile ausüben würden. Ein Zuschlag von zerkleinter Hohofenschlacke ist das kräftigste Mittel, Versetzungen aus dem Hohofen auszuschmelzen.

d) auf der Gewinnung des in ihnen noch enthaltenen grösseren oder geringeren Metallgehaltes (z. B. unreine Schlacken, Schlacken vom Blei- und Kupfersteinschmelzen, vom Bleifrischen etc.)

Zum Schlacken schmelzen

2) Kieselerdearme und metallreiche Schlacken (z. B. Schlacken vom Verblasen und Gaarmachen des Kupfers, Zinnschlacken etc.) werden für sich oder mit Zuschlägen einem reducirenden Schmelzen zur Abscheidung ihres Metallgehaltes unterworfen. Sind die Metalloxyde meist an Kieselerde gebunden, so bedürfen die Schlacken zu ihrer Zerlegung einer hohen Temperatur und basischer Zuschläge, wodurch die Schmelzkosten und Metallverluste durch Ver-

flüchtigung oft so bedeutend werden, dass Schlacken selbst mit einem grösseren Metallgehalt zweckmässiger abgesetzt werden.[1]

Mechanische Aufbereitung der Schlacken. 3) Schlacken, welche Metalle und Verbindungen derselben mechanisch eingeschlossen enthalten, werden durch eine mechanische Aufbereitung, durch Pochen, Waschen etc. davon befreit, z. B. Eisenhohofenschlacken von Eisenkörnern (Wascheisen), Zinnschlacken vom Schlackenschmelzen, Rohschlacken vom Rohstein.[2]

Bausteine aus Schlacken. 4) Saigere Schlacken formt man zu Bausteinen (Eisenhohofenschlacken[3]) zu Ilsenburg, Oberharzer Schliegschlacken[4]), Mansfelder Kupferschieferschlacken[5]), nachdem sie vorher im glühenden Zustande wohl noch zum Heizen der Zimmer, zum Kochen etc. gedient haben, Freiberger Rohsteinschlacken[6]), Schwedische Eisenhohofenschlacken[7]), Eisenhohofenschlacken von Jenbach[8]); Eisenfrischschlacken dienen zu Bedachungen.[9]) Erfahrungsmässig erhält man bei Verwendung von Oberharzer Schliegschlackensteinen über Tage 5 % und bei Verwendung in der Grube nochmals 5 % Bruch.

Zu Bauornamenten. 5) Saigere Schlacken leitet man wohl in erhitzte Thongefässe, damit sich Gasarten und Unreinigkeiten abscheiden, versetzt sie mit Färbungsmitteln und giesst sie in Formen zu Bauornamenten[10]) u. dergl.

Als Glasur. 6) Als Glasur für Ziegel und ordinäre Thonwaaren.[11])

Als Wegbauschotter. 7) Als Chausseebaumaterial, nachdem die glasigen Eisenhohofenschlacken im Meiler- oder Kalkofen entglast sind. Versuche mit solchen Schlacken fielen zu Königshütte in

1) Karst., Metallurgie V, 137.
2) B. u. h. Ztg. 1852. S. 573. Lampad., Fortschr. 1839. S. 15.
3) Weniger, pract. Schmelzmeister. S. 125.
4) Bgwfd. XIV, 477. Kerl, Oberh. Hüttenpr. 1860. S. 273.
5) Bgwfd. XIV, 481. Lampad., Fortschr. 1839. S. 51.
6) Plattner's Röstprozesse. S. 335. Leonh., Hüttenerz. S. 185.
7) B. u. h. Ztg. 1857. S. 127.
8) Rittinger's Erfahrungen. 1855. S. 42.
9) Polyt. Centr. 1854. S. 1338.
10) B. u. h. Ztg. 1856. S. 146. Berggeist 1856. S. 5.
11) B. u. h. Ztg. 1860. S. 456.

Oberschlesien[1]) gut aus. Man lässt zu Witkowitz zu diesem Zwecke wohl die Schlacke in einer Grube zu einer grösseren Masse zusammenlaufen und darin langsam abkühlen. Solche sogen. basaltirten Schlacken sind bei grosser Zähigkeit sehr hart. In Schemnitz werden Rohschlacken basaltirt (Oesterr. Ztschr. 1857. S. 324).

8) PATTINSON[3]) benutzt die Hitze der aus den Oefen ausfliessenden Schlacken zur Erhitzung von Gasen und Flüssigkeiten, namentlich zum Erhitzen der Verbrennungsluft.

Verschiedene Verwendung d. Schlacken.

9) Hohofenschlacken, welche mit Säuren gelatiniren, empfiehlt ELSNER[4]) zur Anfertigung von hydraulischem Kalk, GUETTIER[5]) zum Düngen und zur Anfertigung feuerfester Steine, KUMY[6]) zu Kitten und Dachziegeln, CUNYNGHAME[7]) zur Darstellung von Alaun, Mörtel, Cement, zum Düngen, zur Reinigung von Holzsäure. In England[8]) hat sich eine Gesellschaft gebildet, welche Eisenhohofenschlacken zur Dachbedeckung, zum Pflastern u. dergl. verwendet. Die sofortige Benutzung der mit Schlacken gefüllten Thäler zum Ackerbau, nachdem sie mit etwas Erde überfahren, wie in Gartsherrie, hat sich vortheilhaft erwiesen.

Schlackenanalysen.

§. 128. Schlackenanalysen. Die im Nachstehenden aufgeführten Zusammensetzungen von Schlacken, welche bei der Gewinnung der verschiedenen Metalle gefallen, werden zur Erläuterung der im vorigen Paragraphen aufgestellten Grundsätze über Schlackenbildung dienen.

Analysen von Bleischlacken.

I. Bleischlacken.

A. Bleischlacken vom Schachtofenbetriebe.

1. Schlacken von ungerösteten Erzen.

Si	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	Pb	Sb	Fe	Zn	S	Sauerstoffv. zwischen Si	u. Basen.
48,80	4,62	3,26	1,24	36,00	—	5,30	—	—	—	—	25,35	12,13
53,90	4,40	5,60	1,30	32,00		4,20	—	—	—	—	28,00	11,71

1) v. CARNALL, preuss. Ztschr. 1856. III, 163.
2) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 44.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 464.
4) DINGL., CVI, 321. Bgwfd. XII, 273.
5) Polyt. Centr., 1839. S. 1309.
6) B. u. h. Ztg. 1846. S. 222.
7) B. u. h. Ztg. 1853. S. 538.
8) Bgwfd. XVIII, 516.

	$\bar{Si}$	$\bar{Al}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Pb}$	$\bar{Sb}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Zn}$	S	Sauerstoff, zwischen $\bar{Si}$ u. Basen
3.	43,13	4,76	5,77	0,78	37,72	0,30	6,32	—	—	—	—	22,41 13,19
4.	45,00	4,62	6,31	0,75	35,83	—	7,80	0,50	—	—	—	23,38 12,50
5.	47,57	3,21	5,26	0,58	32,28	1,35	3,98	0,22	1,71	1,50	—	24,70 11,01
6.	53,82	3,82	5,37	1,09	25,90	2,74	4,79	—	3,16	—	—	27,94 10,45
7.	41,90	4,09	11,64	1,36	34,82	—	2,40	$\dot{Zn}$ 2,40	$\dot{K}$=0,60		—	22 : 14
8.	41,00	2,55	6,82	0,62	33,73	1,26	7,25	—	1,58	3,60	—	21,29 11,60
9.	41,52	10,37	5,22	0,16	35,28	—	6.59	$\dot{K}$ 0,49	—	—	2,13	21,6 14,8
10.	34,82	9,77	11,72	1,21	24,61	[illegible]	[illegible]	0,21	$\dot{K}$ 2,34	$\dot{Na}$ 0,54	$\bar{As}$ 0,26	1 : 1
11.	30,04	7,96	15,93	0,97	22,66	$\dot{Cu}$ [illegible]	[illegible]	0,27	$\dot{K}$ 3,80	$\dot{Na}$ 0,68	$\bar{As}$ 0,30	15,78 18,2
12.	37,68	10,23	18,72	0,65	21,33	—	[illegible]	$\dot{Zn}$ 2,11	$\dot{K}$=2,73		—	20 : 16
13.	47,81	7,35	12,25	1,81	23,62	—	[illegible]	„ 2,13	—	—	—	25 : 15
14.	42,93	6,29	10,98	0,23	24,11	—	[illegible]	„ 1,54	$\dot{K}$=5,59		—	22 : 13
15.	48,20	8,53	6,74	2,68	33,00	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	–
16.	53,14	2,20	5,67	0,33	33,01	—	[illegible]	$\dot{Ba}$ Spr.	—	—	—	27,61 10,57
17.	58,10	3,70	11,03	1,15	21,27	0,8[illegible]	[illegible]	$\dot{Ba}$ 1,09	—	—	—	30,18 10,55
18.	59,86	2,51	10,22	0,62	21,22	0,65	.	$\dot{Ba}$ 0,94	—	—	—	31,09 9,48
19.	57,98	2,59	10,38	0,18	25,94	—	2,46	Spr.	—	—	—	10,12 10,25
20.	54,48	6,60	16,16	1,71	19,42	—	1,62	—	—	—	—	28,30 12,79

1—15) Oberharzer Schliegschlacken, meist Bisilicate, nach Plattner Gemenge von Singulo-, Bi- und Trisilicaten von der Zusammensetzung m ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Pb}$) $\bar{Si}$ + n $\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}^2$ + $\bar{Al}$ $\bar{Si}$, selten krystallinisch und krystallisirt. 1) Von Clausthaler Hütte von gutem Gange, nach Bodemann = 2 ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Pb}$) $\bar{Si}$ + 4 $\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}^2$ + $\bar{Al}$ $\bar{Si}$. 2) Desgl. = 4 ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Pb}$) $\bar{Si}$ + 4 $\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}^2$ + $\bar{Al}$ $\bar{Si}$. Beide Schlacken sind von demselben Handstück, welches eine untere schwärzliche (1) und eine obere grünliche Streifung (2) zeigte. 3) Desgl. von sehr gutem Gange, schwarz mit einem unbedeutenden Stich ins Grünliche, Bruch glasig bis splittrig, in der Mitte ein Streifen mit krystallinischer Anlage = 3 ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Pb}$) $\bar{Si}$ + 4 $\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}^2$ + $\bar{Al}$ $\bar{Si}$. 4) Desgl., nach Rammelsberg = 4 ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Pb}$) $\bar{Si}$ + 3 $\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}^2$ + $\bar{Al}$ $\bar{Si}$. 5) Desgl., nach Ulrich = 4 ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Pb}$) $\bar{Si}$ + 5 $\bar{Si}$ + $\bar{Al}$ $\bar{Si}$. 6) Von Altenauer Hütte, na

$16\,\dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{R}}\,\dddot{Si}$. 7) Ebend., nach STRENG. 8) Von Lautenthaler Silberhütte, nach ULRICH $= 7\,(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb})\,\dddot{Si} + 4\,(\dot{Fe}\,\dot{Mn})^3\,\dddot{Si}^2 + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si} + 2\,(\dot{Fe}, \dot{Mn})^7\,\dddot{Si}$. 9) Ebend., nach STRENG. 10) Von Andreasberger Hütte, von gewöhnlichem Ofengange, nach KAST. 11) Desgl. von rascherem Ofengange. 12) Desgl., nach STRENG, spec. Gew. 3,36. 13) Desgl., nach STRENG, spec. Gew. 3,19. 14) Ebend., vom Versuchsschmelzen mit kieselerdereicheren Bergmannstroster Erzen, nach STRENG. 15) Ebend., nach FIRNHABER.

16—20) Rastofenschlacken von Clausthaler Hütte, nach BODEMANN. Ihre Zusammensetzung entspricht nach PLATTNER der Formel $m\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb})\,\dddot{Si} + n\,\dot{Fe}^3\,\dddot{Si}^2 + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$ (16) und $m\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Ba}, \dot{Pb}, \dot{Mn})\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$ (17—20 bei Kalkzuschlag). 16) $= (16\,\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb})\,\dddot{Si} + 4\,\dot{Fe}^3\,\dddot{Si}^2 + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$. 17) Von gutem Ofengange $15\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Ba}, \dot{Pb}, \dot{Mn})\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$. 18) Von schlechtem Ofengange $= 23\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Ba}, \dot{Pb}, \dot{Mn})\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$. 19) $= 22\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Ba}, \dot{Pb}, \dot{Mn})\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$. 20) Beinahe $9\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb})\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}$.

2) Schlacken von gerösteten Bleierzen.

	$\dddot{Si}$	$\dddot{\overline{Al}}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Ba}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Zn}$	$\dot{Cu}$	$\dddot{S}$	S	$\dot{\overline{Fe}}$
1.	28,54	5,40	46,10	—	8,31	1,00	Spr.	4,12	3,00	Spr.	2,43	1,00	—
2.	28,00	4,50	49,89	—	—	—	2,00	6,05	—	6,74	2,25	—	—
3.	30,50	5,10	55,74	2,20	—	—	—	4,00	0,85	—	—	—	—
4.	37,30	8,15	40,92	—	2,66	—	3,00	7,17	—	—	—	—	—
5.	43,26	—	46,95	Fe5,62	—	—	0,45	2,00	1,91	0,25	—	1,26	—
6.	30,7	3,7	45,0	—	5,3	1,0	—	6,3	4,0	—	1,0	—	—
7.	28,5	5,4	46,1	—	8,3	1,0	—	4,1	8,1	—	2,5	—	—
8.	39,39	6,28	17,18	—	17,77	—	19,13	—	—	—	—	—	—
9.	27,66	6,00	50,30	Spr.	7,72	—	1,90	2,13	3,5	Spr.	—	2,28	—
10.	39,0	1,5	21,2	—	11,0	26,0	2,1	18,2	1,7	—	1,0	—	—
11.	40,0	1,7	18,7	—	15,0	3,2	3,2	13,1	1,5	—	2,3	—	—
12.	38,0	1,4	19,2	—	24,1	3,3	2,9	6,0	1,6	—	2,1	—	—
13.	27,0	7,6	32,0	—	13,0	—	—	18,6	—	—	—	—	—
14.	48,8	14,0	10,0	—	15,8	1,0	—	9,3	—	—	—	—	—
15.	28,5	7,0	25,0	—	24,0	—	—	3,0	10,6	—	—	—	—
16.	23,2	3,4	34,8	7,0	6,6	—	0,6	2,0	6,8	2,4	—	—	12,0

	$\dddot{\text{Si}}$	$\bar{\dddot{\text{Al}}}$	$\dot{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Mn}}$	$\dot{\text{Ca}}$	$\dot{\text{Ba}}$	$\dot{\text{Mg}}$	$\dot{\text{Pb}}$	$\dot{\text{Zn}}$	$\dot{\text{Cu}}$	$\dddot{\text{S}}$	S	$\dot{\text{Fe}}$
17.	25,0	1,3	24,5	8,0	4,2	—	1,0	2,0	29,0	1,0	—	—	4,0
18.	40,5	3,8	27,0	—	11,7	7,6	—	8,8	—	—	—	—	—
19.	29,8	1,4	59,4	3,6	—	—	—	Spr.	—	—	—	$\ddot{\bar{\text{P}}}$ 0,8	—
20.	28,50	6,0	34,5	—	—	5,6	1,3	17,7	4,4	1,2	—	—	4,8
21.	31,35	1,45	39,33	—	2,14	—	0,75	4,30	9,34	—	—	4,44	6,78
22.	33,51	6,64	54,93	—	3,41	—	0,28	2,04	0,11	—	—	1,53	—
23.	39,63	1,61	37,46	—	6,35	—	0,08	12,77	0,67	0,03	$\dot{\text{K}}$ =	1,25	—

1—6) Freiberger Bleierzschlacken, nach Rammelsberg theils Singulosilicate, theils Gemenge derselben mit Bisilicaten, nach Plattner von folgender allgemeiner Zusammensetzung: $m\,(\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Ca}}, \dot{\text{Mg}}, \dot{\text{Pb}}, \dot{\text{Mn}})^3\,\dddot{\text{Si}} + \bar{\dddot{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}}$, öfters mit mehr oder weniger $(\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Ca}}, \dot{\text{Mg}}, \dot{\text{Pb}}, \dot{\text{Mn}})^3\,\dddot{\text{Si}}^2$ verbunden, auch mit geringen Mengen von $\dot{\text{Zn}}$, $\dot{\text{Cu}}$ und Schwefelmetallen, so wie von $\dot{\text{K}}$ und $\dot{\text{Na}}$; wenn die Beschickung mit Holzkohlen verschmolzen wurde. 1) Nach Lampadius. 2) Nach Merbach. 3) Nach Kesrten. 4) Nach Erdmann. 5) Nach Amburger. 6) Nach Lampadius, bei Holzkohlen gefallen. 7) Nach Dems., bei Cokes erzeugt. 8) Von Sala in Schweden nach Bredberg, vom Verschmelzen von Bleiglanz, Blende, Schwefelkies, Kalkstein, Serpentin, Glimmer etc. unter Zuschlag von geröstetem Stein und Schlacke. 9) Von Okerhütte am Unterharze, nach G. Ulrich $= 3\,(\dot{\text{Fe}}, \dot{\text{Ca}}, \dot{\text{Mg}}, \dot{\text{Pb}})^5\,\dddot{\text{Si}} + \bar{\dddot{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}}^2$.

10—13) Von Pontgibaud. 10) Aeltere Schlacken nach Rivot. 11) Von unregelmässigem Ofengange, nach Dems. 12) Von gutem Ofengange, nach Dems. 13) Nach Berthier.

14) Von Pezey in Savoyen, nach Berthier. 15) Von Alstonmoore, nach Dems. 16) Von gerösteten kupferigen und zinkischen Bleierzen zu Ems, nach Dems. 17) Von sehr blendigen Erzen zu Holzappel, nach Dems. 18) Von Villefort, nach Dems. 19) Von phosphorsauren und arsensauren Bleierzen zu Katzenthal. 20) Von Schemnitz in Ungarn, nach Wehrle, Singulosilicat. 21) Von Pribram, nach Klasek, Sauerstoffverh. 16,29 : 12,47. 22) Von Stolberg bei Aachen, nach Streng. 23) Vom Verschmelzen von geröstetem Bleiglanz mit Eisenfrischschlacken zur Clausthaler Hütte, nach Dems.

3) Schlacken von gerösteten Bleisteinen.

	$\overline{Si}$	$\dot{Ca}$	$\overline{Al}$	$\dot{Pb}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Cu}$	$\dot{Mn}$	$\dot{K}$	$\dot{Mg}$	S	Sauerstoffverh. zwischen $\overline{Si}$	und Basen.
1.	32,34	2,07	5,06	10,01	43,90	0,05	1,20	0,05	—	—	16,80	13,89
2.	33,58	3,57	4,46	6,19	44,44	—	Spr.	0,05	—	—	23,09	11,12
3.	39,79	2,12	Spr.	9,17	46,44	—	—	—	—	Spr.	20,68	11,57
4.	33,94	6,11	3,12	18,69	37,83	—	—	—	0,07	—	—	—
5.	29,90	11,98	5,92	2,34	48,29	—	—	0,71	1,06	$\dot{Zn}$ 0,68	—	—
6.	34,98	7,40	4,46	7,23	44,97	—	—	—	0,70	„ 1,47	—	—
7.	32,67	11,23	6,34	12,73	31,32	—	—	$\overline{Sb}$ 109	1,38	„ 2,39	—	—
8.	35,78	11,87	9,98	6,71	30,32	—	—	—	2,13	„ 3,20	—	—
9.	30,78	9,82	7,97	21,56	23,60	—	—	—	1,84	„ 1,54	—	—
10.	33,38	13,63	6,29	17,08	25,60	Spr.	—	—	1,39	„ 0,52	—	—
11.	28,05	3,02	b. $\overline{Si}$	2,67	61,08	Spr.	—	—	0,85	4,33	—	—

1—3) Oberharzer Steinschlacken, Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, nach PLATTNER von der allgemeinen Zusammensetzung $m\,(\dot{Pb}, \dot{Ca}, \dot{Mn}, \dot{K})^3\,\overline{Si}^2 + n\,\dot{Fe}^3\,\overline{Si} + \overline{Al}\,\overline{Si}$. Nimmt man an, dass 2 $\overline{Si}$ durch 3 $\overline{Al}$ vertreten werden, so gestaltet sich die Formel in $\dot{R}^2\,(\overline{Si}, \overline{Al})$ oder $\dot{R}^3\,(\overline{Si}, \overline{Al})^2 + \dot{R}^3\,(\overline{Si}, \overline{Al})$ um. In den Blasenräumen dieser Schlacken zeigen sich nicht selten Krystalle von Eisenoxydulsilicat, die zwar klein, aber doch oft deutlich zu erkennen und gut ausgebildet sind. 1) Nach BODEMANN, mit einer geringen Menge $\overline{Ti}$ und 3,5 % beigemengtem $\dot{Fe}$, $= (\dot{Pb}, \dot{Ca}, \dot{Mn}, \dot{K})^3\,\overline{Si}^2 + 4\,\dot{Fe}^3\,\overline{Si} + \overline{Al}\,\overline{Si}$. 2) Desgl. mit 8,67 % eingemengtem, für das Auge aber nicht erkennbaren Stein, bestehend aus 5,69 $\dot{Fe}$, 0,05 $\dot{Cu}$, 2,85 $\dot{Pb}$, 0,08 $\overline{Sb}$ und 0,01 $\dot{Ag}$. 3) Nach RAMMELSBERG. 4) Vom 1. Steindurchst. zu Clausthaler Hütte, nach BIERWIRTH. 5) Desgl. von Altenauer Hütte, mit ClH aufschliessbar, spec. Gew. 3,74—3,78, n. STRENG. 6) Desgl. von Lautenthaler Hütte, spec. Gew. 3,58, nach STRENG. 7) Desgl. von Andreasberger Hütte, spec. Gew. 3,81, nach Dems. 8) Desgl. ebend. vom Hohofenschmelzen, spec. Gew. 3,62—3,54, nach Dems. 9) Desgl. vom Hohofen, zweites Durchstechen, spec. Gew. 3,81—3,92, nach Dems. 10) Desgl. vom Krummofen, spec. Gew. 3,74, nach OBERBECK.

11) Freiberger Bleisteinschlacke, nach BROOKS.

4) Schlacken vom Verschmelzen der Glätte, des Abstrichs, des Herdes, von Schlacken etc.

	S̈i	Ṗb	F̈e	Ṁn	Ċu	Äl	Ċa	Ṁg	S̈b	Żn	Ḟe	Ḃa
1.	28,75	44,60	6,87	0,42	0,21	8,92	7,83	0,53	0,70	—	—	—
2.	35,2	26,8	19,4	0,6	—	4,6	4,4	—	—	5,2	2,2	—
3.	34,8	6,6	34,4	0,6	—	4,8	7,0	—	—	0,5	9,0	—
4.	40,0	34,8	5,6	3,0	1,6	12,9	1,0	0,9	—	—	—	—
5.	38,7	7,4	28,4	2,4	—	8,7	12,8	0,6	—	—	—	—
6.	20,0	Spr.	37,9	—	—	10,0	4,4	—	—	—	Żn 10,2	17,5
7.	22,0	35,6	4,2	—	—	5,2	30,2	1,0	—	—	—	—
8.	38,7	16,0	23,7	—	—	11,6	9,0	1,0	—	—	—	—
9.	33,11	29,98	16,23	—	—	8,31	9,07	1,61	1,77	—	—	—
10.	18,45	58,74	4,88	—	—	7,65	4,63	0,83	1,27	0,64	—	S=2,51

1) Frischschlacke von Clausthaler Rastofenglätte nach Brüel. 2) Vom Verschmelzen des Geschurs zu Poullaouen; wird nochmals umgeschmolzen, nach Berthier. 3) Desgl. solche, welche man absetzt. 4) Vom Verschmelzen aller vom Saigerprozess abfallenden oxydirten bleiischen Producte vom Harz, nach Karsten. 5) Vom Verschmelzen des Herdes mit Eisenfrischschlacken zu Pontgibaud, nach Berthier. 6) Vom Verschmelzen der bei der Reduction des Abstrichs in schottischen Oefen fallenden Schlacken zu Pontgibaud, nach Berthier. 7) Vom Glättfrischen in schottischen Oefen zu Pontgibaud, nach Berthier. 8) Desgl. vom Abstrichfrischen. 9 u. 10) Krätzfrischschlacken vom Pattinsoniren zu Altenauer Hütte, nach Bruns und Kuhlemann.

B. Bleischlacken vom Flammofenbetriebe.

	S̈i	Ṗb	Ḟe	Żn	Ṁn	Ḃa	Ċa	Äl	Pb	PbS̈	ĊaS̈	ḂaS̈	CaF
1.	17,0	13,0	53,5	—	—	11,5	—	—	5,0	—	—	—	—
2.	10,0	38,9	5,6	30,5	2,0	—	—	—	5,0	8,0	—	—	—
3.	24,0	26,5	14,0	27,0	—	—	—	—	5,0	3,0	—	—	—
4.	29,5	2,5	64,5	1,0	—	—	—	2,5	—	—	—	—	—
5.	35,6	0,4	42,0	20,8	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—
6.	29,4	15,6	13,4	—	—	—	28,4	5,7	5,5	—	—	—	—
7.	27,6	11,0	26,2	3,4	4,6	—	—	1,6	4,0	P̈ 15,0	C 4,6	—	—
8.	—	34,0	3,0	—	—	—	—	—	—	—	10,5	51,0	1,5
9.	—	—	4,5		—	—	8,0	—	—	22,0	22,5	25,0	16,0
10.	—	—	2,0	2,0	—	—	8,0	—	—	9,0	33,0	30,0	13,6
11.	—	—	15,4	7,2	—	—	16,0	—	17,6	12,0	1,6	22,0	7,2
12.	—	—	5,6	8,0	—	—	14,7	—	2,0	30,0	5,6	24,4	8,5

1) Von Pezey nach 16stündiger Feuerung ausgezogen, nach BERTHIER. 2) Von Holzappel, nach Dems. 3) Von Poullaouen von blendigen Bleiglanzen, n. Dems. 4) Ebend. vom Verschmelzen der silberhaltigen rothen Erde von Huëlgoat mit Bleiglanzschliegen, nähert sich zuweilen dem Eisensingulosilicat. 5) Desgl. von gleichzeitig zinkischen Erzen erfolgt. 6) Vom Verschmelzen von schwefelsaurem Bleioxyd in Birmingham. 7) Vom Verschmelzen phosphorsaurer und arseniksaurer Bleierze von Katzenthal. 8) Von Erzen zu Grassington, bestehend aus Ṗb, Ṗb C̈ und ḂaS̈ ohne Zuschlag von Ca F. 9 u. 10) Von Erzen von Lea bei Matloc in Derbyshire, bestehend aus Ṗb, Ṗb C̈ und Ḃa S̈ mit Zuschlag von Ca F, leichtflüssig und wegen geringen Bleigehaltes absetzbar. 11 u. 12) Ungeschmolzene Schlacken ebend., am Ende auf der Sohle des Flammofens zurückbleibend.

C. Bleischlacken aus Herdöfen.

	S̈i	S̈	Ṗb	F̄e	Żn	M̈o	Ċa	Ṁg, Ṁn	Āl, K̇, Na
1.	5,260	5,038	37,710	19,500	19,200	0,460	8,856	1,417	1,760

1) Gekrätz aus dem amerikan. Bleiherd zu Bleiberg in Kärnthen, nach PLATTNER.

II. Roh- und Anreichschlacken von der Silbergewinnung.

Analysen von Silberschlacken.

A. Schlacken vom Schachtofenbetriebe.

	S̈i	Āl	Ḟe	Ṁn	Ċa	Ḃa	Ṁg	Ṗb	Cu	Zn	S̈	S
1.	48,75	10,10	35,69	0,03	4,89	—	Spr.	—	—	—	—	—
2.	50,33	6,60	38,25	Spr.	3,38	Spr.	2,00	Spr.	—	—	—	—
3.	51,36	4,80	34,09	7,63	nebst Ṁg	—	—	Spr.	—	—	—	—
4.	46,3	2,1	41,2	1,1	2,3	5,8	—	0,8	—	—	—	—
5.	45,0	1,7	43,0	3,8	Spr.	5,2	Spr.	0,5	—	—	0,2	—
6.	45,00	2,90	37,62	—	10,51	1,41	2,00	0,40	—	—	—	—
7.	51,40	1,14	43,31	—	3,01	—	Spr.	—	—	—	Spr.	—
8.	40,60	2,5	31,9	3,1	3,2	6,3	0,4	0,3	—	—	—	—
9.	50,49	3,44	20,93	1,42	7,85	—	2,88	3,20	Spr.	6,84	—	2,45
10.	53,72	4,67	16,94	2,41	7,94	—	3,04	2,00	1,31	5,10	—	2,74
11.	44,10	5,74	27,38	1,52	11,04	K̇=0,20	2,20	Spr.	1,02	1,49	—	3,49
12.	38,16	5,63	32,95	2,65	7,41	„ Spr.	3,00	2,96	0,17	4,74	—	2,10
13.	30,75	6,87	31,15	8,43	9,57	„ Spr.	2,72	2,36	Ċu 1,61	Żn 3,24	—	—

	$\dddot{\text{Si}}$	$\bar{\text{Al}}$	$\dot{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Mn}}$	$\dot{\text{Ca}}$	$\dot{\text{Ba}}$	$\dot{\text{Mg}}$	$\dot{\text{Pb}}$	Cu	Zn	$\ddot{\text{S}}$	S
14.	43,93	14,33	28,37	1,93	3,45	$\bar{\text{Sb}}$=2,20	1,06	2,25	$\dot{\text{Cu}}$Spr.	$\dot{\text{Zn}}$3,10	—	—
15.	29,0	4,5	49,5	—	8,4	—	—	Andere Bestandtheile				8,5
16.	52,1	Spr.	30,6	—	5,6	—	0,4	Andere Bestandtheile				11,3
17.	36,3	5,7	36,7	—	11,7	—	—	Andere Bestandtheile				9,5

1—8) Freiberger Rohschlacken, nach Rammelsberg Bisilicate, nach Plattner entweder $[m\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + n\dot{R}^3\dddot{Si}] + \bar{Al}\dddot{Si}$, oder $m\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + \bar{Al}\dddot{Si}$ oder $(m\dot{R}\dddot{Si} + n\dot{R}^3\dddot{Si}^2) + \bar{Al}\dddot{Si}^2$, gewöhnlich $m(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Mn}, \dot{Zn})^3\dddot{Si}^2 + \bar{Al}\dddot{Si}$, mit geringen Mengen $\dot{Pb}$, $\dot{Cu}$, $\dot{Ba}$, Ca F und eingemengten Steintheilchen. 1 u. 2) Nach Hausmann. 3) Nach Winkler. 4, 5 u. 6) Nach Kersten. 7) Nach Schneider. 8) Bei heisser Luft gefallen, nach Kersten.

9—14) Schemnitzer Schlacken (Oest. Ztschr. 1856. S. 289). 9 u. 10) Rohschlacken, nach Giller und Hauch, erstere mit 0,0000427 Au und 0,004838 Ag, letztere mit 0,00003 Au u. 0,0050 Ag. 11 u. 12) Anreichschlacken nach Obtulowicz und Hauch, erstere mit 0,00004 Au und 0,00288 Ag, letztere mit 0,0000512 Au und 0,003276 Ag. 13) Frischschlacke vom alten niederungarischen Silberhüttenprozess, n. v. Szameit, mit 0,0000568 Au u. 0,0104952 Ag. 14) Reichverbleiungsschlacke, nach Kaufmann.

15—17) Joachimsthaler Schlacken, nach Markus (Oest. Ztschr. 1857. S. 4). 15) Lechentsilberungsschlacke $= 5\dot{Fe}^3\dddot{Si} + \dot{Ca}^3\dddot{Si} + \bar{Al}\dddot{Si}$. 16) Reichverbleiungsschlacke von mittelmässig strengem Gange, bräunlichgrün, $=4\dot{Fe}\dddot{Si} + \dot{Ca}\dddot{Si}$. 17) Reichverbleiungsschlacke vom günstigsten Ofengange ganz ohne Metallverlust, leichtflüssig, grünlichschwarz $= 3\dot{Fe}^3\dddot{Si} + \dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + \bar{Al}\dddot{Si}^2$.

B. Rohschlacken vom Flammofenbetriebe.

1. Schlacken von der Erzarbeit.

Hierher gehören die Freiberger Rohschlacken, welche nach Plattner zuweilen aus $4(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Mn}, \dot{Zn})^3\dddot{Si}^2 + 2\dot{Fe}^3\dddot{Si} + \bar{Al}\dddot{Si}$ bestehen.

2. Schlacken von der Rohsteinconcentration.

	S̈i	Äl	Ḟe	Ċa	Ṗb	Ġu	Ag	S
1)	29,90	5,10	61,89	0,70	1,36	1,34	0,013	2,77

1) Freiberger Concentrationsschlacke, grauschwarz, trahlig, krystallinisch, nach RAMMELSBERG im Wesentlichen :isen- und Thonerdesingulosilicat mit eingemengtem Schwe- :lmetall.

III. Kupferschlacken.

Analysen von Kupferschlacken.

A. Schlacken vom Schachtofenbetriebe.

1. Rohschlacken.

	Äl	Ċa	Ṁg	Ḟe	Ġu	Żn	K̇	Ṅa	Ṁo	Ḟe	Ġu	Żn	Ṁo
8	4,39	3,50	1,20	44,88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	3,58	—	7,23	43,58	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	4,22	—	3,50	45,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	4,54	Spr.	2,67	49,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	6,3	14,3	14,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
l	9,42	20,05	6,40	6,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	7,86	—	4,46	55,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	12,20	19,20	2,40	13,20	F 1,10	—	—	—	—	—	—	—	—
8	16,35	19,29	3,23	10,75	0,75	1,26	—	—	—	—	—	—	—
)	15,67	20,29	4,87	8,73	0,67	1,11	—	—	—	—	—	—	—
3	10,53	19,41	1,79	10,83	2,03	—	—	—	—	—	—	—	—
3	4,43	33,10	1,67	4,37	0,25	F 2,09	—	—	—	—	—	—	—
3	7,83	23,40	0,87	7,47	0,30	F 1,97	—	—	—	—	—	—	—
3	6,51	23,06	3,35	14,13	0,58	Ṁn 0,65	3,73	0,88	—	—	—	—	—
7	12,96	21,20	7,00	7,85	1,23	0,80	2,90	0,87	0,38	—	—	—	—
4	19,32	17,80	1,40	5,88	—	0,89	1,78	0,65	—	1,04	0,67	—	0,20
l	18,11	18,49	7,15	6,31	0,30	Ṁn 0,84	3,09	0,70	0,25	—	—	—	—
7	3,33	4,87	—	45,32	0,19	2,23	Ṗb 1,88	—	—	—	—	3,81	—
5	10,16	4,32	0,22	49,38	—	—	—	—	—	3,70	0,91	—	—
7	4.38	3,53	—	48,25	Ṁn 2,0	2,89	Ṗb·1,07	S 1,85	—	—	—	—	—
)	3,50	3,34	—	66,85	1,69	—	—	S 3,60	—	—	—	—	—
2	5,15	2,57	—	65,62	2,26	—	—	S 2,08	—	—	—	—	—
5	6,65	3,00	2,00	40,98	0,02	3,65	—	—	—	—	—	—	—
	8,4	11,0	3,4	3,2	0,2	Ḃa 19,4	—	—	—	—	—	—	—
	11,5	18,4	2,6	7,4	4,0	—	2,6	—	—	—	—	—	—
	8,0	23,0	0,8	8,0	1,0	—	2,6	—	—	—	—	—	—
	5,8	19,4	3,4	10,2	1,2	—	1,2	—	—	—	—	—	—
	5,0	16,0	Spr.	12,6	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—
	9,6	27,0	Spr.	7,0	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
	7,0	24,6	Spr.	11,9	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—

	$\dddot{Si}$	$\dddot{\bar{Al}}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Fe}$	$\dot{\bar{Cu}}$	$\dot{Zn}$	$\dot{K}$	$\dot{Na}$	$\dot{Mo}$	$\dot{Fe}$	$\dot{\bar{Cu}}$	$\dot{Zn}$	$\dot{Mo}$
31.	51,8	5,0	—	—	29,2	1,4	$\dot{Ba}$ 8,8	—	—	—	—	—	—	—
32.	33,0	6,4	1,0	—	55,2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
33.	34,5	2.4	3,1	1,6	53,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—
34.	61,2	1,0	3,0	—	31,2	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—
35.	47,31	5,74	6,23	10,7	$\ddot{\bar{Fe}}$ 28,91	$\ddot{\bar{Mn}}$ 0,48	—	1,05	—	—	—	—	—	—

1—4) Suluschlacken von Fahlun, schwarz, strahlig oder blättrig, Bisilicate von der Form des Augits; tritt $\dddot{\bar{Al}}$ als Stellvertreter für $\dddot{Si}$ ein, so gilt dafür die Formel $(\dot{Fe}, \dot{Mg})^3 (\dddot{Si}, \dddot{\bar{Al}})^2$. 1) Nach BREDBERG. 2) Nach STARBÄCK. 3) Nach OLSEN. 4) Nach JOHNSEN. 5) Suluschlacke von ungerösteten Fahlerzen von Garpenberg in Schweden, nach BREDBERG, glasig, hellgrün, mit Quarz und Kupfersteinkörnchen. 6) Suluschlacke von ungerösteten Tunaberger, Kobalt, Kalk, Quarz und Glimmer haltigen Erzen von Nafvequare in Schweden, glasig, dem Obsidian ähnlich, n. BREDBERG. 7) Schlacke von Röraas in Norwegen, nach JOHNSEN. 8—13) Mansfelder Kupferschieferschlacken, glasig, schwarz, dunkelgrün, bräunlich, grau oder blau, nach RAMMELSBERG bald Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, bald Gemenge von diesen und Trisilicaten. Wird die $\dddot{\bar{Al}}$ mit zur $\dddot{Si}$ gerechnet, so geben die Analysen im Mittel Trisilicate. 8) Nach BERTHIER. 9 u. 10) Von Kupferkammerhütte, nach HOFFMANN. 11) Ebend., nach EBBINGHAUS. 12) Von Sangerhausen, grün, glasig, bei stärkerem Flussspathzuschlage gefallen, nach HEINE. 13) Desgl. grau, porös, bimsteinartig. 14—17) Riechelsdorfer Kupferschieferschlacken, n. GENTH, amorph, meist schwarz, zuweilen blasig, spec. Gew. 2,683—2,834; Gemenge von Singulo- und Bisilicaten. Enthalten in Blasenräumen oft augitische Gestalten (LEONH., Hüttenerz. S. 42). 17) Schwiel, unreine Randschlacke, körnig krystallinisch, aschgrau. 18 bis 20) Oberharzer Kupferkiesschlacken, dunkel eisenschwarz, strahlig blättrig, nach PLATTNER $= m (\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Pb})^3 \dddot{Si}^2 + n (\dot{Fe}, \dot{Zn})^3 \dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}} \dddot{Si}$. 18) Von Lautenthaler Silberhütte, nach BODEMANN $= 7 (\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Pb})^3 \dddot{Si}^2 + (\dot{Fe}, \dot{Zn})^3 \dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}} \dddot{Si}$. 19) Von Altenauer Hütte, nach HAMPE. 20) Ebend., nach STERN. 21 u. 22) Unterharzer

Kupfererzschlacken, Gemenge von Singulo- und Subsilicaten, äusserlich stahlgrau bis eisenschwarz, nach Innen lichtspeissgelb, mit halbmetallischem oder Glasglanz, dichtem, fasrigem oder feinkörnigem ins Unebene übergehenden Bruche, zuweilen in den Formen des Eisenchrysoliths[1]) vorkommend.

21) Von Okerhütte, nach BREYMANN, $= 7(\dot{Fe}, \dot{Ca})^4 \dddot{Si} + \bar{\bar{Al}} \dddot{Si}$. 22) Ebend., von mir analysirt $= 4(\dot{Fe}, \dot{Ca})^5 \dddot{Si} + \bar{\bar{Al}} \dddot{Si}$. 23) Erzschlacke von Gilsaahütte in Lappland, nach STROMEYER. 24—31) Schlacken von Chessy, n. BERTHIER. 24) Von Kupferschwärze, glasig, bouteillengrün, schwach durchscheinend. 25) Von Kupferlasur, dicht, glasig, undurchsichtig, rothbraun. 26) Desgl. dicht, glasig, bouteillengrün, in dünnen Splittern durchscheinend, mit Quarzkörnern gemengt. 27) Desgl. dicht, glasig, bläulich, durchscheinend. 28) Desgl. roth, nur selten und zufällig vorkommend. 29) Desgl. graulich schwarz, sehr häufig. 30) Desgl. blau, am häufigsten. 31) Von gerösteten Kupferkiesen. 32) Von gerösteten Kupferkiesen von Valpeline in Piemont, nach BERTHIER. 33) Desgl. von Mutiolo bei Figuerra in Spanien. 34) Desgl. von Wittingen im Schwarzwalde. 35) Glimmerschlacke von Garpenberg, nach MITSCHERLICH $= \dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 2 \bar{\bar{R}} \dddot{Si}$.

In einer Kupferschlacke der Kupferhütte Tubalkain bei Remagen fanden sich Olivinkrystalle (Berggeist 1861. S. 257). Ueber Kupferschlacken siehe: LEONH., Hüttenerz. S. 12, 58, 59, 112, 365.

2. Kupfersteinschlacken.

	$\dddot{Si}$	$\bar{\bar{Al}}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Cu}$	$\dot{Mn}$	$\dot{K}$	S	$\dddot{Sb}$	$\dot{Pb}$
1.	33,18	11,22	32,08	17,14	2,96	1,90	—	—	—	—	—
2.	34,11	8,46	37,68	13,38	4,57	0,68	—	—	0,46	—	—
3.	33,6	5,6	51,5	5,0	—	3,0	—	—	—	—	—
4.	29,25	1,24	63,32	—	1,30	2,64	1,46	0,18	—	—	—
5.	$\dddot{Si}$ 27,565	6,498	54,277	4,105	0,565	1,408	—	—	—	0,977	4,771
6.	„ 33,202	4,388	55,915	3,763	0,594	0,682	—	—	—	0,235	2,120
7.	„ 29,099	4,275	60,513	1,475	0,588	2,067	—	—	—	0,245	0,481
8.	„ 30,994	5,732	58,605	4,314	0,253	0,933	—	—	—	0,196	0,021

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 113.

1—3) Mansfeld'sche Schlacken, mehr steinig, als glasig, bläulich schwarz, wenig glänzend und matt, Singulosilicate. 1) Nach Wornum. 2) Nach Hoffmann. 3) Nach Berthier.

4) Von Lautenthaler Hütte im Harze, oft ausgezeichnet krystallisirt in der Form des Chrysoliths ($\dot{Fe}^3 \dddot{Si}$), nach Walchner.

5—8) Schlacken vom 1—4. Durchstechen des Kupferbleisteins zu Altenauer Hütte, nach Werlisch u. Dr. Hahn; Sauerstoffv.: 14,213 : 13,992; 17,239 : 15,966; 15,109 : 14,376; 16,093 : 14,463.

3. Schwarzkupferschlacken.

Nach Plattner lässt sich für dieselben folgende allgemeine Formel aufstellen: $m\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb}, \dot{Mn})^3 \dddot{Si} + \overline{Al}\,\dddot{Si}$, meist mit mehr oder weniger $(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb}, \dot{Mn})^3 \dddot{Si}^2$, so dass sie sich zuweilen der Zusammensetzung $m\,(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Pb}, \dot{Mn})^3 \dddot{Si}^2 + \overline{Al}\,\dddot{Si}$ nähern.

	$\dddot{Si}$	$\overline{Al}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Co}$	$\dot{Cu}$	$\dot{Mo}$	$\dot{K}$	$\dot{Na}$	$\dot{Zn}$
1.	31,72	2,83	47,80	8,06	3,86	0,25	1,07	0,23	3,68	1,26	—
2.	38,15	—	47,22	11,56	0,08	—	2,86	—	—	—	—
3.	37,90	—	49,23	9,07	1,47	—	1,59	—	—	—	—
4.	32,79	—	66,12	—	1,58	—	Spr.	—	—	—	—
5.	27,36	3,51	64,81	0,32	2,27	—	0,96	—	—	—	—
6.	30,93	—	69,07	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	32,35	6,30	59,50	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	18,93	4,06	70,68	0,96	0,58	—	1,32	—	—	—	0,66
9.	57,50	6,72	2,94	19,00	10,22	—	0,31	$\dot{Mn}$ 3,11	0,94	1,51	—
10.	18,15	0,36	75,50	1,97	1,03	$\dot{Vd}$ 1,57	0,40	—	—	—	—

1) Von Riechelsdorf, nach Genth, schwarz, glasglänzend, körnig, Singulosilicat.

2 u. 3) Aus dem Mansfeld'schen, schwarz, steinig. 2) Nach Lade. 3) Nach Gehrenbeck.

4—6) Von Fahlun, bräunlich, schwarz, glasglänzend, krystallinisch, strahlig im Bruche. 4) Nach Winkler, in der Form des Eisenchrysoliths krystallisirt. 5) Nach Bergsten. 6) Nach Mitscherlich.

7) Von Freiberg, nach Winkler. 8) Von Gilsaa-

hütte in Lappland, nach STROMEYER. 9) Von Perm, nach COUBINE. 10) Ebend. vom Verschmelzen von kupferigem Roheisen auf Schwarzkupfer, nach Dems.

4. Darrschlacken.

Verbindungen von $\dot{Pb}$ mit $\dddot{Si}$ und mehr oder weniger geringen Mengen anderer Oxyde.

	$\dot{Pb}$	$\dot{Cu}$	$\dot{Fe}$	$\bar{Al}$	$\dddot{Si}$
1.	84,2	4,1	0,4	1,1	10,2
2.	78,5	7,9	0,5	1,7	11,4
3.	76,5	7,9	0,5	1,8	13,3
4.	79,8	5,1	0,4	1,2	13,5
5.	85,1	4,1	0,3	1,0	9,5
6.	81,2	4,3	0,3	1,2	13,0
7.	78,9	6,3	0,5	1,8	12,5
8.	77,1	7,6	0,3	1,8	13,2

1—8) Von der Saigerhütte zu Neustadt a. d. Dosse, nach KARSTEN. 1—3) Aus der ersten Periode. 4 u. 5) Bei gedämpften Zügen. 6—8) Nach wiederhergestelltem Luftzuge, resp. im Anfange (1, 4, 6), in der Mitte (2, 5, 7) und gegen das Ende (3, 8) jeder Periode gefallen.

5. Schlacken vom Verblasen und Gaarmachen des Schwarzkupfers auf dem kleinen und grossen Gaarherd, sowie vom Verschmelzen verschiedener Blei und Kupfer enthaltender Abfälle auf Schwarzkupfer.

Die Schlacken vom Verblasen unreiner Schwarzkupfer auf dem grossen Gaarherde sind unbestimmte Verbindungen und enthalten nach PLATTNER hauptsächlich $\dot{Pb}$, $\dot{Cu}$ und $\dot{Ni}^3 \bar{As}$, ausserdem $\dddot{Si}$, $\bar{Al}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Co}$, $\dot{Mn}$, $\dddot{Sb}$ und $\dddot{S}$, sowie auch eingemengte Metalltheile, welche hauptsächlich aus einem Gemisch von Cu, Pb, Ni, Fe, As und Sb bestehen. Die im Anfange gezogenen Schlacken sind vorzugsweise reich an $\dot{Pb}$ und $\dot{Ni}^3 \bar{As}$, zuweilen scheiden sich dunkelgrüne Blätter von letzterem aus.[1]) Die Schlacke von den letzten Zügen ist vorwaltend kupferhaltig.

1) HAUSM., Beitr. z. met. Krystallkde. S. 52.

Die Gaarschlacken bestehen aus $\dot{\mathrm{Pb}}$, $\dot{\mathrm{Cu}}$, $\dot{\mathrm{Ni}}$, $\dot{\mathrm{Co}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\bar{\mathrm{Al}}$ etc. in veränderlichen Verhältnissen, welche sich zuweilen der Zusammensetzung $m\ \dot{\mathrm{R}}^3\ \dddot{\mathrm{Si}} + \bar{\mathrm{Al}}\ \dddot{\mathrm{Si}}$ nähern. Nach HAUSMANN[1]) kommen in diesen Schlacken zuweilen Kupferkrystalle, ähnlich wie im Aventuringlase vor (S. 710); auch fand derselbe[2]) in Schlacken vom Gaarmachen des Krätzkupfers im Spleissofen zu Oker eisenschwarze, olivengrün durchscheinende Krystalle, vielleicht von $\dot{\mathrm{Cu}}\ \bar{\mathrm{As}}$. MITSCHERLICH[3]) beobachtete in Gaarschlacken Krystalle von $\dot{\mathrm{Cu}}$, die sich nach KERSTEN[4]) als zarte cochenillrothe demantglänzende Blättchen darstellen, nach HAUSMANN[5]) aber in den Oker'schen Gaarschlacken als kleine Würfel mit trichterförmigen Vertiefungen zum Vorschein kommen. ULRICH[6]) fand in Oker'schen Gaarschlacken Krystalle von arseniger Säure.

Die Schlacken vom Verschmelzen verschiedener blei- und kupferhaltiger Abfälle auf Schwarzkupfer enthalten vorwaltend $\dddot{\mathrm{Si}}$, $\bar{\mathrm{Al}}$, $\dot{\mathrm{Ca}}$, $\dot{\mathrm{Mg}}$, $\dot{\mathrm{Na}}$, $\dot{\mathrm{K}}$, $\dot{\mathrm{Pb}}$, dann $\dot{\mathrm{Cu}}$, $\dot{\mathrm{Ni}}$, $\dot{\mathrm{Co}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{Mn}}$, $\dot{\mathrm{Zn}}$, $\bar{\mathrm{Sb}}$, $\bar{\mathrm{As}}$, $\dddot{\mathrm{S}}$.

	$\dddot{\mathrm{Si}}$	$\dot{\mathrm{Cu}}$	$\dot{\mathrm{Pb}}$	$\dot{\mathrm{Fe}}$	$\dot{\mathrm{Zn}}$	$\dot{\mathrm{Ni}}$	$\dot{\mathrm{Mn}}$	$\dot{\mathrm{Ca}}$	$\bar{\mathrm{Al}}$	$\dot{\mathrm{Mg}}$	$\bar{\mathrm{As}}$	Sb $\bar{\mathrm{Sb}}$	$\dddot{\mathrm{S}}$
1.	25,4	16,0	48,2	3,8	—	—	1,6	—	2,2	—	—	—	—
2.	58,0	8,0	5,8	19,6	0,4	8,0	—	3,2	4,5	C2,5	—	—	—
3.	13,8	72,0	—	13,8	—	—	—	—	3,1	—	—	—	—
4.	22,3	6,2	67,4	1,0	—	—	—	—	3,1	—	—	—	—
5.	22,9	10,4	62,1	1,1	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—
6.	21,4	19,2	54,8	1,2	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—
7.	23,0	19,8	51,7	1,2	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—
8.	9,18	7,52	64,80	2,51	—	9,01	—	—	2,58	—	—	—	—
9.	7,04	23,9	53,20	1,50	—	11,15	$\dot{\mathrm{Co}}$ 0,90	—	1,45	—	—	—	—
10.	4,27	13,13	37,84	2,31	—	31,53	0,17	—	0,93	—	5,43	4,37	0,20
11.	22,3	6,2	67,4	1,0	—	—	—	—	3,4	—	—	—	—
12.	23,9	19,8	51,7	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) HAUSM., Beitr. z. met. Krystallkde. S. 5.
2) Ibid. S. 50.
3) Abhandlungen der Königl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1822 u. 1823. S. 25.
4) POGG., XLIX, S. 358.
5) HAUSM., a. a. O. S. 17.
6) B. u. h. Ztg. 1859. S. 37.

Si	Pb	Cu	Fe	Ni	Co	Zn	Mn	Ca	Mg	Al	Sb	S	K, Na
,838	45,149	24,262	3,265	—	—	—	—	0,254	Spr.	9,077	—	—	—
,607	67,743	7,125	1,668	2,528	Spr.	0,875		0,915	0,510	3,897	1,371	0,027	—
,584	10,979	1,756	33,918		1,671			4,087	1,370	9,302	0,092	—	—
,767	37,693	11,211	Spr.	28,872	4,556	—	—	0,423	0,130	1,849	Spr.	—	—
811	60,930	6,222	2,677		1,216			0,560	0,356	6,068	0,177	0,431	—
86	19,66	11,28	16,95	9,71	2,47	1,11	—	5,56	1,42	1,36	1,79	S 0,86	1,48

1) Gaarschlacke vom kleinen Herde aus Sibirien, nach Berthier, dicht, dunkelroth und durchsichtig, von muschligem, schimmernden Bruche. 2) Desgl. von Müsen vom Anfange des Prozesses, nach Dems., blasig, schwarz, rothgefleckt. 3) Desgl. aus dem Mansfeld'schen, nach Dems., dicht, blättrig, blutroth.

4—7) Desgl. von Saigerkupfer von Neustadt a. d. Dosse, vom Anfange bis zum Ende der Gaare fortschreitend, nach Karsten.

8 u. 9) Desgl. von Saigerkupfer von Grünthal, resp. vom Anfange und Ende des Prozesses genommen, nach Lampadius.

10) Verblasenschlacken von Schlackenkupfer zu Grünthal, nach Plattner.

11—18) Oberharzer Schlacken (B. u. h. Ztg. 1861. S. 73). 11 u. 12) Gaarschlacken vom Anfang und Ende des Prozesses vom gesaigerten und gedarrten Kupfer, nach Berthier. 13) Krätzkupfergaarschlacken von Altenauer Hütte, nach Dr. Hahn. 14) Krätzkupferverblasenschlacke ebend., nach Dr. Hahn, Sauerstoffverh. 7,065 : 7,059. 15) Schlacken vom Verblasenschlackenschmelzen ebend., nach Dr. Hahn, Sauerstoffverh. 18,995 : 10,665. 16 u. 17) Schlacken vom Verblasen der Kupfer (S. 706) vom Verblasenschlackenschmelzen, aus der ersten u. zweiten Periode, nach Werlisch u. Dr. Hahn, Sauerstoffverh. 7,667 : 11,205 und 10,806 : 6,824. 18) Desgl., nach Klappert.

6. Kupferfrischschlacken.

	Si	Al	Ca	Pb	Fe	Cu	Sb	Mg	Ni, Co Zn, Mn	S
1.	26,30	10,26	13,37	41,42	6,24	2,04	—	—	—	—
2.	Si 15,526	3,646	2,532	67,009	7,841	2,787	0,734	0,655	0,928	0,078
3.	„ 26,62	6,93	10,59	48,02	6,87	—	—	0,51	—	—

1) Schlacke vom Verfrischen des silberhaltigen Schwarzkupfers mit Blei und Glätte zu Oker am Unterharze.

2) Frischschlacke von der Altenauer Krätzkupferarbeit, nach Dr. HAHN, Sauerstoffverh. 6,500 : 8,033.

3) Ebend., nach HAMPE.

B. Kupferschlacken vom Flammofenbetriebe.

1. Schlacken vom gewöhnlichen Erzschmelzen.

	$\dddot{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dddot{Al}$	$\dot{Ca}$	[illegible]	[illegible]u	Fe	S	$\dot{Ni}$, $\dot{Co}$ $\dot{Mn}$, $\dot{Sn}$	$\dot{Cu}$	Quarz
1.	30,0	28,5	2,9	[illegible]	[illegible]	[illegible],5	0,9	0,6	1,4	—	30,5
2. nebst Quarz	56,20	20,0	4,0	[illegible]	[illegible]	—	—	—	0,2	0,40	—
3.	52,00	17,64	8,90	16,22	[illegible]	—	—	—	—	0,40	—
4.	47,54	28,98	3,90	15,59	[illegible]	—	—	—	—	0,73	—
5.	45,41	36,65	1,48	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	—	—

1) Waleser [illegible] nach LE PLAY, welche folgender Zusammense[illegible]cht:

Quarz.	$\dot{R}^3 \dddot{Si} + 2 \dot{R}$ [illegible]	[illegible]efeleisen.	Stein.	Flusspath.
30,50	65,40	0,55	1,55	2,10

2 u. 3) Von Kaafjord in Lappland, nach STROMEYER; 2) mit eingemengten Quarzkörnern; 3) ohne Quarzkörner, krystallisirt und von der Mischung des Chytophyllits = $\dot{R}$ ($\dddot{Si}$, $\dddot{Al}$), nach HAUSMANN (Nachricht. d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. z. Göttingen 1856, Nr. 12).

4) Schlacke der englischen Gesellschaft zu Nanzenbach bei Dillenburg, schwarzgrau und in Form von Augit krystallisirt, nach RAMMELSBERG. 5) Schlacken von Bendorfer Hütte, nach ROTHE.

Die Rohschlacken von den Flammöfen zur Muldner Hütte bei Freiberg bestehen nach PLATTNER aus m ($\dot{Fe}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Zn}$, $\dot{Mn}$)^3 $\dddot{Si}^2$ + n ($\dot{Fe}^3$ $\dddot{Si}$) + $\dddot{Al}$ $\dddot{Si}$, nebst etwas $\dot{Cu}$.

2. Schlacken vom Erzschmelzen nach NAPIER's Methode bei Zuschlag von Kalk und Kochsalz.

	$\dddot{Si}$	$\dot{Na}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dddot{Al}$	$\dot{Fe}$	$\dddot{Fe}$	$\dot{Cu}$	$\dot{Mn}$	NaCl	S	Verlust.	Rückstand.
1.	49,26	7,93	7,84	2,62	12,37	18,60	—	0,70	Spr.	0,48	Spr.	0,20	—
2.	49,60	0,70	1,23	0,11	14,00	—	32,94	1,06	Spr.	0,43	—	—	—
3.	42,20	3,44	6,43	2,14	10,80	31,00	—	0,45	—	0,34	1,43	0,21	1,56
4.	35,60	—	4,48	0,16	6,85	50,46	—	2,32	—	—	—	0,13	—

1—3) Schlacken von den Kupferöfen der South-American and Mexican Company in Chili, nach Field; 1 u. 2) bei Zuschlag von 20 % Kochsalz, klar geflossen, durchsichtig und gleichförmig; beim Erkalten zerfallen die Schlacken in zwei deutlich und scharf getrennte Schichten, eine obere amorphe (1) und eine untere krystallinische (2); erstere ist glasig, von muschligem Bruche, schön dunkelgrün bis schwarz, durch Berührung mit metallischem Eisen roth werdend, von Königswasser und selbst von Salzsäure rasch und vollständig aufschliessbar. Die untere Schlacke erfordert zu letzterem Zwecke eine längere Schmelzung mit kohlensauren Alkalien. 3) Bei Zusatz von 10 % Kochsalz erfolgt eine schön masernartige, in der Farbe sehr ungleiche Masse von beträchtlicher Härte und Politurfähigkeit.

4) Schlacke von Coquimbo, nach Field, von ähnlichem Gefüge wie Nr. 1; in ihren Drusenräumen finden sich schön ausgebildete würfelförmige Krystalle, deren Zusammensetzung diese Analyse angibt.

3. Kupfersteinschlacken.

	$\ddot{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Cu}$	Andere Oxyde.	$\bar{Al}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	Cu	Fe	S	Ni	Co
1.	33,8	56,0	0,9	2,1	1,5	1,4	0,3	2,9	0,3	0,8	—	—
2.	33,0	55,0	2,7	2,0	1,6	1,4	0,3	2,9	0,3	0,8	—	—
3.	36,0	54,4	0,7	2,5	0,8	1,2	0,2	4,2			—	—
4.	40,0	52,9	—	1,5	1,8	2,4	0,3	0,4	—	0,35	—	—
5.	34,0	52,0	12,0 nebst	—	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—
6.	31,00	56,00	$\dot{Cu}$ 1,67	--	6,90	3,50	0,60	—	—	—	0,30	
7.	24,90	57,00	8,99	—	3,80	2,80	0,35	—	—	—	0,40	

1—5) Waleser Kupfersteinschlacken, nach Le Play. 1) Vom Verschmelzen des gerösteten Rohsteins (Bronzesteins) mit reichen Erzen auf weissen Stein, arm, dunkel bräunlich grün, dicht, im Bruche körnig und krystallinisch. 2) Desgl. reich, beide = $\dot{R}^3 \ddot{Si}^2 + 4 \dot{R}^3 \ddot{Si}$. 3) Vom Verschmelzen des gerösteten Rohsteines mit Erzen von mittlerem Gehalte auf blauen Stein = $\dot{R}^3 \ddot{Si} + \dot{R}^3 \ddot{Si}^2$. Die Schlacken vom Verschmelzen des gerösteten blauen Steins auf weissen Extrastein sind Singulosilicate von Eisenoxydul. 4) Vom Verschmelzen reicher Schlacken auf weissen und rothen Stein. 5) Vom Verschmelzen des gerösteten weissen Extra-

steins auf Metall- oder Concentrationsstein. — 6 u. 7) Von Kaafjord in Lappland, nach STROMEYER; 6) vom Weissmetall; 7) vom Purpurmetall.

Schlacken vom Freiberger Kupfersteinconcentriren enthalten in Drusenräumen eingemengte Krystalle von Magneteisen und metallischem Kupfer (S. 710).

4. Schwarzkupferschlacken.

	Si	Fe	Al	Cu	Ca	Mg	Ni	Co	Sn	Cu	Vd
1.	47,5	28,0	3,0	16,9	—	—	0,9		0,3	2,0	—
2.	22,00	55,39	5,20	12,80	16,2	1,10	1,60		—	—	—
3.	36,0	7,0	6,0	43,2	2,7	0,8	4,0	0,9	—	—	—
4.	29,65	7,70	3,50	50,00	2,10	0,78	4,50	0,35	—	—	—
5.	18,15	75,50	0,36	0,40	1,97	1,06	—	—	—	—	1,57

1) Waleser Rohkupferschlacke, nach LE PLAY, braunschwarz, porös, sehr hart und zähe, Gemenge von Bi- und Trisilicaten.

2—4) Von Kaafjord, nach STROMEYER. 2) Blasenkupferschlacke. 3) Schwarzkupferschlacke. 4) Schlacke von dem Prozess, bei welchem das Purpurmetall grösstentheils oxydirt wird.

5) Von der Verarbeitung des kupferhaltigen Roheisens auf Schwarzkupfer zu Perm, nach COUBINE.

5. Raffinatkupferschlacken.

	Si	Cu	Fe	Ni	Mn	Sn	Al	Ca	Mg	Cu	Co	Fe	S
1.	47,4	36,2	3,1	0,4		0,2	2,0	1,0	0,2	9,0	—	—	—
2.	40,5	46,4	3,5	1,8	—	—	2,7	3,0	0,7	—	0,3	—	—
3.	13,8	72,0	13,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	38,4	2,0	58,2	—	—	—	1,4	—	—	—	—	—	—
5.	23,6	5,4	53,8	—	—	—	3,2	2,2	1,0	—	—	—	7,4
6.	33,0	1,2	62,1	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—
7.	13,0	5,0	76,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6
8.	22,0	9,0	68,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spr.
9.	27,5	2,0	57,9	—	—	—	1,3	—	—	—	—	6,8	4,2
10.	13,0	3,5	75,0	—	—	—	0,2	—	—	—	—	4,2	2,5
11.	26,2	4,0	66,0	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2	1,3
12.	29,85	1,83	66,48	Vd 0,19	—	—	0,48	0,91	0,37	—	—	—	—

1) Waleser Raffinatschl., nach LE PLAY. 2) Desgl. von Kaafjord, nach STROMEYER.

3 u. 4) Gaarschl. von peruanischem Kupfer, nach BERTHIER; 3) von Imphry, 4) von Vienne, metallisch, schwarz,

von blättrigem Bruche, grosse den Pyropen ähnliche Krystalle bildend.

5—11) Gaarschl. von Chessy, nach BERTHIER. 5) Vom Anfange des Prozesses; 6—8) aus dem mit Holz, und 9—11) aus dem mit Kohle geheizten Ofen, 8 u. 11) vom dritten Abstrich, blasig, mehr oder weniger dunkeleisengrau, metallisch, von feinem, zuweilen krystallinischem Korne und eckigem Bruche, magnetisch. 12) Raffinatschlacke von Schwarzkupfer zu Perm, nach COUBINE.

IV. Nickelhaltige Schlacken.

Analysen von nickelhaltigen Schlacken.

	$\dddot{\text{Si}}$	$\bar{\text{Al}}$	$\dot{\text{Fe}}$	$\dot{\text{Ca}}$	$\dot{\text{Mg}}$	$\dot{\text{K}}$	$\dot{\text{Na}}$	$\dot{\text{Cu}}$	$\dot{\text{Co}}$	$\dot{\text{Ni}}$	$\dot{\text{Mn}}$
1.	33,85	6,25	42,85	10,38	2,88	1,36	2,40	0,43		0,43	
2.	45,72	4,43	17,08	21,36	8,38	1,13	1,02	0,15		0,47	
3.	47,207	11,640	26,510	9,117	4,839	0,896	1,843	0,147	Spr.	Spr.	
4.	39,368	9,696	36,859	5,865	6,871	0,207	0,994	0,521	Spr.	1,137	
5.	36,291	10,710	48,691	0,680	0,309	Spr.	Spr.	1,074	0,262	2,142	
6.	28,09	3,50	60,62	—	—	S = 0,58		—	—	1,44	

1 u. 2) Rohschlacken vom Verschmelzen nickelhaltiger Schwefelkiese mit Quarz und Kalkspath zur Dorotheenhütte bei Dillenburg, nach WINTER; in Salzsäure lösen sich 40,7 %. 1) Der lösliche Theil = 5 ($\dot{\text{Fe}}$, $\dot{\text{Ca}}$, $\dot{\text{Mg}}$, $\dot{\text{K}}$, $\dot{\text{Na}}$)^3 $\dddot{\text{Si}}$ + $\bar{\text{Al}}$ $\dddot{\text{Si}}$. 2) Der unlösliche Theil = 10 ($\dot{\text{Fe}}$, $\dot{\text{Ca}}$, $\dot{\text{Mg}}$, $\dot{\text{K}}$, $\dot{\text{Na}}$)^3 $\dddot{\text{Si}}$ + $\bar{\text{Al}}$ $\dddot{\text{Si}}$. Die Dillenburger Schlacken enthalten zuweilen augitähnliche Krystalle (B. u. h. Ztg. 1860. S. 277. LEONH., Hüttenerz. S. 97).

3—5) Schl. v. Aurorahütte bei Gladenbach (B. u. h. Ztg. 1856. S. 301), nach EBERMAYER. 3) Rohschlacke = $\dot{\text{R}}$ ($\dddot{\text{Si}}$, $\bar{\text{Al}}$). 4) Steinschlacke = $\dot{\text{R}}^3$ ($\dddot{\text{Si}}$, $\bar{\text{Al}}$)^2. 5) Schlacke vom Verblasen des Steins = $\dot{\text{R}}^3$ ($\dddot{\text{Si}}$, $\bar{\text{Al}}$)^2.

6) Nickelconcentrationsstein-Schlacke von Klefva in Schweden, nach STAPFF (B. u. h. Ztg. 1858. S. 355) = $\dot{\text{R}}^3$ $\dddot{\text{Si}}$ + $^1/_{20}$ $\bar{\text{Al}}$ $\dddot{\text{Si}}$, mit 8,45 % eingemengtem Stein, bestehend aus 2,97 Fe, 2,42 Ni, 0,97 Cu und 2,09 S.

V. Zinnschlacken.

Analysen von Zinnschlacken.

Nach PLATTNER enthalten die Zinnschlacken neben kieselsauren Verbindungen von $\dot{\text{Fe}}$, $\dot{\text{Ca}}$ etc. mehr oder weniger

$\ddot{Sn}$ (als Säure) und $\dddot{W}o$, hauptsächlich an $\dot{Fe}$ und $\dot{Mn}$ gebunden, so wie auch verschiedene Mengen metallisches Zinn, je nachdem sie beim Schmelzen der Erze unmittelbar gefallen oder für sich noch ein- oder zweimal umgeschmolzen (verändert) sind. Die ersten Schlacken enthalten auch unveränderten Zinnstein eingemengt.

A. Zinnschlacken vom Schachtofenbetriebe.

	$\dddot{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\ddot{Sn}$	$\dddot{W}o$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dddot{\bar{Al}}$	$\dddot{\dot{As}}$	Sn	C	$\dot{Sn}$
1.	20,05	30,15	—	25,12	—	1,10	1,23	5,00	3,90	11,22	1,47	—
2.	32,00	42,51	—	9,01	—	1,35	1,75	8,10	4,00	—	—	—
3.	33,10	44,05	—	7,50	—	1,47	1,89	7,33	2,95	—	—	—
4.	16,0	41,0	1,7	—	1,0	3,7	1,7	2,4	—	—	—	32,0
5.	27,5	48,2	1,5	—	3,0	3,4	1,6	8,5	—	—	—	6,3
6.	5,81	39,51	1,34	12,13	—	—	—	18,14	—	21,20	—	—
7.	48,0	6,2	16,2	—	—	3,2	1,0	22,4	—	—	—	2,0
8.	34,4	17,6	3,6	—	2,0	1,2	2,4	10,0	—	—	—	27,4

1—6) Sächsische Zinnschlacken. Nach PLATTNER kann man die besten sächsischen Zinnschlacken bei der Annahme, dass das Zinn als Oxyd darin enthalten ist und als Säure auftritt, durch folgende allgemeine Formel ausdrücken:

$m(\dot{Fe}, \dot{Ca}, \dot{K}, \dot{Na})^3 \dddot{Si}^2 + n\,\dot{Fe}^3 \dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}$, verbunden oder

gemengt mit $(\dot{Fe}, \dot{Mn})\,\dddot{W}o$ und $\dot{Fe}\ddot{Sn}$ in veränderlichen Verhältnissen. 1) Erste Schlacke von Altenberg, n. LAMPADIUS. 2) Aeltere Schlacke ebendaher vom dritten Schlackenverändern als Haldensturz, nach Dems. 3) Neuere Schlacke vom zweiten Schlackenschmelzen, gut geflossen und verglast, nach Dems. 4) Desgl. aus dem Grossofen, schwarz, magnetisch, den Eisenfrischschlacken ähnlich, nach BERTHIER. 5) Vom Umschmelzen der vorigen Schlacke mit den Härtlingen im Krummofen, dunkelbraun. 6) Vom Verschmelzen des Erzes von Johann-Georgenstadt bei schlechtem Gange gefallen, nach LAMPADIUS. 7) Vom Umschmelzen von Flammofenschlacken im Krummofen zu Poullaouen von Piriacer Erzen, glasig, metallisch, schwarz, durchscheinend. 8) Von St. Austle in Cornwallis, aufgebläht, grauschwarz.

B. Zinnschlacken vom Flammofenbetriebe.

	$\dddot{Si}$	$\ddot{Sn}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dddot{\bar{Al}}$
1.	41,3	9,0	20,5	11,4	3,9	0,8	12,8
2.	40,0	8,4	20,3	11,1	3,6	1,0	9,6

1 u. 2) Schlacken vom Verschmelzen der Erze von Piriac zu Poulaouen, nach BERTHIER. 1) Von reichen Erzen, gut geflossen, sehr aufgebläht, schwarz, sehr magnetisch, etwas metallisch glänzend. 2) Desgl. von armen Erzen, den vorigen ähnlich.

VI. Schlacken vom Behandeln der Eisenerze in Luppenherden, aus Zerrennfeuern, vom Eisen- und Stahlfrischen in Herden und Puddelöfen, aus Schweissöfen und Feineisenfeuern.

Eisensilicate.

Diese Schlacken bestehen nach PLATTNER vorzugsweise aus kieselsaurem Eisenoxydul, enthalten aber öfters geringe Mengen von $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$, $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, $\dot{\mathrm{K}}$, $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}$, $\dddot{\mathrm{Al}}$, $\overline{\mathrm{Fe}}$, $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$ und $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}$. In den verschiedenen Perioden des Prozesses haben sie einen verschiedenen, 47% selten übersteigenden Kieselsäuregehalt, und man unterscheidet in dieser Beziehung Roh- und Gaarschlacken. $\overline{\mathrm{Fe}}$ kann als Stellvertreter von $\dddot{\mathrm{Si}}$ erscheinen.

Rohschlacken.

1) Die Rohschlacken vom Anfange des Prozesses pflegen sich darzustellen:

a) als Bisilicat von Eisenoxydul, $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^3\,\dddot{\mathrm{Si}}^2$ mit 47 % $\dddot{\mathrm{Si}}$ und 53 % $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$. Dieses bei 1832° C. schmelzende Silicat bildet sich höchst selten, indem die Temperatur des Ofens zu seiner Schmelzung kaum hinreicht; kommt zuweilen als unvollkommen geschmolzene Masse auf der Sohle der Schweissöfen vor.

b) als Singulosilicat von Eisenoxydul, $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^3\,\dddot{\mathrm{Si}}$ mit 30 % $\dddot{\mathrm{Si}}$ und 70% $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ und bestimmt ausgeprägtem Character. Dasselbe ist eins der leichtschmelzigsten und dünnflüssigsten Silicate, bildet sich nach PLATTNER bei 1789° C. und schmilzt bei 1431° C., zeigt beim Fliessen lebhaften Glanz und mehr rothgelbes Licht, erstarrt rasch, ohne teigartig zu werden, ist nach dem Erstarren schwarzgrau[1]), metallisch glänzend, spröde, verglast, mit muscheligem, in Anlauffarben[2]) spielendem Bruche, meist krystallinisch oder

1) Farbentafel zur Beurtheilung der Frischschlacken. ERDM., J. f. ökon. Chem. II, 134.

2) LEONHARD, Hüttenerzeugnisse. S. 131.

von der Zusammensetzung und Form des **Peridots**, $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn})^3 \dddot{Si}$, deutlich krystallisirt[1]), namentlich in den Varietäten des **Chrysoliths**, **Olivins** und **Hyalosiderits** $(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3 \dddot{Si}$ und am häufigsten des **Fayaliths** $\dot{Fe}^3 \dddot{Si}$.

ystallisirten Schlacken sind theils gelbbraun, mit
ırbe durchscheinend und dann frei von Oxyd,
ie dann immer eine kleine
nach ihrer Bildung durch
Oxydation von Ei anden, enthalten. Ein Eisenoxyduloxydgehalt Dünnflüssigkeit und den Glanz. Zuweilen e chlacken Vanadin.[2])

c) **Verbindun** sensingulo- und **Bisilicaten**. Wenn das h an Silicium ist, so entstehen wohl Verbi $\dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + 2\ \dot{Fe}^3 \dddot{Si}$, oder wenn ein Theil de als $\dot{Fe}\ \dddot{\bar{Fe}}$ verschlackt und das $\dddot{\bar{Fe}}$ als Stellvertreter von Si auftritt, als: $6\ \dot{Fe}^2 \dddot{Si} + \dot{Fe}\ \dddot{\bar{Fe}}$ oder $\dot{Fe}^2 (\dot{Si}\ \dddot{\bar{Fe}})$. Die Fuchsschlacken der Schweissöfen zeigen häufig auch diese Zusammensetzung und ihr Schmelzpunct liegt gewöhnlich etwas höher, als Schweisshitze, bei etwa 1650° C.

Gaarschlacken.

2) **Gaarschlacken**, Subsilicate, nach PLATTNER[3]) gewöhnlich $m (\dot{Fe}^3 \dddot{Si}) + n (\dot{Fe}^6 \dddot{Si})$ mit mechanisch eingemengtem $\dot{Fe}\ \dddot{\bar{Fe}}$; nach RAMMELSBERG sind gewöhnliche Zusammensetzungen: $6\ \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + \dot{Fe}^9 \dddot{\bar{Fe}}$ oder $3\ \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 3\ \dot{Fe}^6 \dddot{Si} + \dot{Fe}\ \dddot{\bar{Fe}}$ oder, wenn man $\dddot{\bar{Fe}}$ als Stellvertreter der $\dddot{Si}$ ansieht, auch $\dot{Fe}^4 (\dddot{Si}, \dddot{\bar{Fe}}) = \dot{Fe}^2 (\dddot{Si}, \dddot{\bar{Fe}}) + \dot{Fe}^6 (\dddot{Si}, \dddot{\bar{Fe}})$.

Die Gaarschlacken fliessen träger (saiger), mit hellerem Lichte und mit weniger Glanz, als die Rohschlacken, erstar-

1) DÖNDORFF, Beitrag zur krystallographischen Kenntniss der Puddelschlacken. LEONH., Jahrb. für Miner. etc. 1860. S. 668. LEONH., Hüttenerz. S. 42, 43, 44, 45, 47, 294, 297, 298. LIEBIG's Jahresber. III, 26; IV, 767; V, 12; VIII, 923.

2) POGG., Bd. 21. Stck. 1.

3) Bgwfd. 1856. S. 114.

ren langsamer, erscheinen weniger geflossen, haben eisenschwarze Farbe und schwachen Metallglanz, einen dichten Bruch, grosses specifisches Gewicht und sind zuweilen krystallinisch. Sie bilden z. B. den festen Herd des Puddelofens und werden aus Luppen ausgequetscht. Je mehr Eisenoxyduloxyd sie mechanisch aufnehmen, um so strengflüssiger werden sie (Zängeschlacken). Häufig ist auch metallisches Eisen eingemengt. Die Rolle, welche das Eisenoxyd beim Puddelprozess spielt, hat LIST [1]) zu ermitteln gesucht und ein Verfahren angegeben, in solchen Schlacken den Gehalt an metallischem Eisen, an Eisenoxydul und Oxyd zu bestimmen.

Werden Gaarschlacken, namentlich vom Puddeln und Schweissen, in einer Muffel unter Luftzutritt einer Temperatur von etwa 1500° C., bei welcher sie zu schmelzen beginnen, ausgesetzt, so oxydiren sie sich oberflächlich schwach und es saigert eine im Wesentlichen aus $\dot{F}e^6 \dddot{S}i$ bestehende Verbindung aus, während eine strengflüssigere und weniger leicht reducirbare Verbindung von $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$ zurückbleibt. Man hat diesen Prozess bereits in Röststadeln im Grossen ausgeführt und den leichtflüssigeren Theil zur Reduction im Hohofen, den strengflüssigeren zum Auskleiden der Puddelöfen benutzt. [2])

A. Schlacken aus Renn- oder Luppenherden und Stücköfen von der directen Verarbeitung der Eisenerze auf Frischeisen.

Luppenherdschlacken.

	$\dddot{S}i$	$\dot{F}e$	$\dot{M}n$	$\dddot{A}l$	$\dot{C}a$	Fe	C	$\ddot{F}e$
1.	22,0	67,5	2,0	2,0	1,5	5,0	—	—
2.	20,0	37,0	0,7	3,5	3,0	30,2	5,0	—
3.	40,00	32,74	8,16	5,27	10,30	P 1,34	—	1,06.

1 u. 2) Schlacken von Arques, Depart. du Lot, vom Anfang und Ende der Arbeit, nach BERTHIER (LEONH., Hüttenerz. S. 11). 3) Stückofenschlacke von Siebenhöfen bei Bärn in Mähren, nach MAYRHOFER, Sauerstoffverhältniss 20,78 : 33,03.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 475.

2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 468; 1861. S. 8. Leoben. Jahrb. X, 291.

Der Eisengehalt und die Zusammensetzung solcher Schlacken ist ungemein schwankend; je reicher die Schlacken, desto schwerer sind sie zu reduciren. Durch Rösten werden sie etwas aufgeschlossen.

Herdfrischschlacken.

B. Schlacken aus Eisenfrisch- und Zerrennfeuern.

1. Rohschlacken.

	Si	Fe	Mn	Mg	Ca	Al	Fe	K	P	C
1.	32,4	60,2	2,4	1,0	0,9	2,0	—	—	—	—
2.	32,35	62,04	2,65	1,41	—	—	—	0,29	—	—
3.	32,4	57,3	4,5	—	2,8	3,0	—	—	—	—
4.	32,96	61,24	1,30	1,90	—	1,56	—	0,21	—	—
5.	38,55	44,48	11,05	—	3,13	3,15	—	—	—	—
6.	28,0	61,2	6,7	2,4	0,9	0,2	—	Spr.	—	—
7.	28,0	70,0	—	—	0,4	0,8	—	—	—	—
8.	31,2	67,3	0,7	—	—	—	—	—	—	—
9.	31,16	67,24	—	0,65	—	—	—	—	—	—
10.	34,38	63,51	—	—	—	—	2,25	—	—	—
11.	17,2	61,3	0,5	0,1	2,7	0,2	—	Spr.	16,5	—
12.	40,15	49,21	0,25	—	—	0,45	1,04	—	5,22	3,03
13.	29,0	37,7	17,6	1,5	8,6	3,2	—	—	—	—
14.	27,0	36,2	19,2	1,8	13,4	1,0	—	—	—	—
15.	24,8	61,0	3,2	1,6	3,0	7,4	—	—	—	—
16.	33,3	56,7	3,3	2,4	—	3,0	—	—	—	—
17.	49,6	43,0	4,0	2,0	1,8	—	—	—	—	—
18.	32,15	65,31	1,67	0,59	0,56	Spr.	—	—	—	—
19.	6,9	79,9	7,3	0,8	1,2	2,0	—	—	—	—
20.	33,0	60,4	2,0	0,5	1,5	2,9	—	—	—	—
21.	14,0	77,7	6,9	0,9	0,3	1,4	—	—	—	—
22.	9,8	84,0	4,6	—	0,8	0,9	—	—	—	—
23.	33,3	56,9	4,1	1,0	2,1	1,3	—	0,1	1,2	—
24.	16,7	73,2	2,9	1,0	2,0	0,9	2,7	0,2	0,4	—
25.	28,0	70,0	—	—	0,4	0,8	—	—	—	—

1) Von Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal, schön krystallisirt, nach Metzger. 2) Von der Gitteldeschen Hütte am Harze, schön krystallisirt, dem Hyalosiderit ähnlich, nach Walchner. 3) Von Mägdesprung am Harz, nach Wiegand. 4) Von Dax in den Pyrenäen, nach Walchner. 5) Von Wård zu Skebo in Schweden, sehr

roh, nach KARSTEN. 6) Von Rybnik in Schlesien, nach Dems. 7) Von Pissos in Frankreich, durcheinander gewachsene grosse Krystalle von der Form des Peridots, nach BERTHIER. 8 und 9) Aus Schweden, nach MITSCHERLICH. 10) Krystallisirte Rohschlacke mit 3,849 spez. Gew., nach RAMMELSBERG = $\dot{F}e^3 (\dddot{S}i, \dddot{F}e) + 3 \dot{F}e^2 (\dddot{S}i, \dddot{F}e)$. 11) Von Torgelow in Pommern, vom Verfrischen eines phosphorhaltigen Roheisens, nach BERTHIER. 12) Von Lauchhammer, nach LAMPADIUS. 13) Von den catalonischen Luppenfrischfeuern zu Vicdessos, n. BERTHIER, vom Anfange der Arbeit = $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$. 14) Desgl. vom Ende der Arbeit. 15) Von den catalonischen Luppenfeuern zu Pinsot bei Allevard, von gutem Gange, nach BERTHIER = $\dot{F}e^3 (\dddot{S}i, \dddot{A}l)$. 16) Desgl. von mittelmässigem Gange = $\dot{F}e^3 \dddot{S}i + 3 \dot{F}e^2 \dddot{S}i$. 17) Desgl. von schlechtem Gange = $2 \dot{F}e \dddot{S}i + \dot{F}e^3 \dddot{S}i$. 18) Von Königshütte am Harze, nach WELKNER. Sauerstoffverh. 16,70 : 15,61. 19—22) Schl. vom Frischen am Schwallboden zu Mautern, nach MAYRHOFER, und zwar vom Anfang beim Kolben- oder Masselheitzen (19), vom Anfang (20), von der Mitte (21) und vom Ende des Frischens (22), mit durchschnittlich 58,26 % Eisen. 23 u. 24) Schl. aus der Fürstl. Salm'schen Paulinenhütte bei Blansko, nach MAYRHOFER, vom Anfang und Ende des Frischens. 25) Krystallinische Schl. aus einem Comtéfeuer zu Jahoux.

Die älteren Frischmethoden, bei denen mehr auf das Eisenausbringen, als auf den Brennmaterialverbrauch gesehen wurde, geben gewöhnlich eisenärmere Schlacken, als die neueren, bei welchen auf Kosten einer Brennmaterialersparung der Eisenverlust beim Frischen wächst. Letztere liefern bei 25 bis 28 % Eisenverlust eine Schlacke mit 45 bis 50 % Eisen.

Nach vorstehenden Analysen zeigen die Rohschlacken aus Frischherden eine zwischen $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$ und $\dot{F}e^3 (\dddot{S}i, \dddot{F}e) + 3 \dot{F}e^2 (\dddot{S}i, \dddot{F}e)$ liegende Zusammensetzung, und zwar bildet sich erstere, $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$, am Anfange des Einschmelzens, während am Ende desselben Zusammensetzungen von $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$

$+ 3\,\dot{\mathrm{Fe}}^3\,\bar{\mathrm{Si}}$ bis $\dot{\mathrm{Fe}}^3\,(\bar{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Fe}}) + 3\,\dot{\mathrm{Fe}}^2\,(\bar{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Fe}})$ entstehen. Bei rohschmelzigem siliciumreichen Roheisen kann sich sogar eine Rohschlacke (Nr. 17) von der Zusammensetzung $2\,\dot{\mathrm{Fe}}\bar{\mathrm{Si}} + \dot{\mathrm{Fe}}^2\,\bar{\mathrm{Si}}$ bilden.

2. Gaarschlacken.

	$\bar{\mathrm{Si}}$	$\dot{\mathrm{Fe}}$	$\dot{\mathrm{Mn}}$	$\dot{\mathrm{Mg}}$	$\dot{\mathrm{Ca}}$	$\bar{\mathrm{Al}}$	$\dot{\mathrm{K}}$	$\bar{\mathrm{Fe}}$	$\bar{\mathrm{P}}$	$\dot{\mathrm{Na}}$
1.	21,0	75,5	—	—	—	3,5	—	—	—	—
2.	19,15	65,12	3,75	—	—	1,25	—	10,08	—	—
3.	16,4	79,0	0,6	—	3,0	1,2	—	—	—	—
4.	8,8	84,0	2,5	1,0	2,2	2,0	—	—	—	—
5.	7,80	82,10	6,80	2,80	—	1,10	—	—	—	—
6.	11,10	84,80	2,80	1,06	0,13	0,09	Spr.	—	—	—
7.	19,6	74,0	3,6	—	1,8	1,2	—	—	—	—
8.	4,6	85,5	—	—	2,4	0,1	—	—	4,7	—
9.	21,4	71,3	—	2,7	—	—	3,7	—	—	—
10.	18,1	61,2	6,7	2,4	0,9	0,2	—	—	—	—
11.	13,9	82,9	—	—	—	—	—	C u. Verlust		2,2
12.	10,25	77,00	3,00	—	1,75	5,00	—	—	1,75	—
13.	20,31	71,10	—	—	0,92	—	—	2,01	4,11	C 0,75
14.	21,01	71,15	—	0,46	1,26	—	—	6,00	—	—
15.	8,12	67,76	5,47	2,65	4,51	0,13	0,47	9,13	0,11	0,43
16.	9,86	69,48	5,49	2,54	5,05	0,22	0,64	5,74	0,17	0,57
17.	17,52	58,34	6,92	3,50	7,36	0,23	—	5,12	0,11	—
18.	11,33	54,00	9,23	1,24	6,45	0,11	0,62	16,18	0,29	0,53
19.	10,5	84,8	1,7	—	—	3,0	—	—	—	—
20.	7,218	75,930	11,343	1,243	0,289	1,741	0,786	—	—	—

1) Von Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal, n. Metzger $= 4\,\dot{\mathrm{Fe}}^6\,\bar{\mathrm{Si}} + 3\,\dot{\mathrm{Fe}}^2\,\bar{\mathrm{Si}} + 3\,\dot{\mathrm{Fe}}^3\,\bar{\mathrm{Si}}$. 2) Von Sollinger Hütte im Hannoverschen, nach Lampadius $= 5\,\dot{\mathrm{Fe}}^6\,\bar{\mathrm{Si}} + 2\,\bar{\mathrm{Fe}}\,\bar{\mathrm{Si}} = 7\,\dot{\mathrm{Fe}}^4\,\bar{\mathrm{Si}} + 2\,\dot{\mathrm{Fe}}\bar{\mathrm{Fe}} = 4\,\dot{\mathrm{Fe}}^6\,\bar{\mathrm{Si}} + \dot{\mathrm{Fe}}^3\bar{\mathrm{Si}}^2 + \dot{\mathrm{Fe}}\,\bar{\mathrm{Si}} + 2\,\dot{\mathrm{Fe}}\,\bar{\mathrm{Fe}} = \dot{\mathrm{Fe}}^6\,(\bar{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Fe}}) + 8\,\dot{\mathrm{Fe}}^3\,(\bar{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Fe}})$. 3) Von Frettevale, nach Karsten. 4) Von Guerigny, nach Dems. 5) Von Skebo, nach Sefström. 6) Von Rybnik, nach Karsten. 7) Vom Hartzerrennen von Sauvigny, nach Berthier. 8) Von Torgelow aus phosphorhaltigem Roheisen, nach Berthier. 9) Von der Kochschmiede in Norwegen, nach Ström. 10) Von Rybnik, n. Karsten. 11) Von der Wallonenschmiede zu Gysinge in Schweden, nach Winkler. 12 u. 13) Von Lauchhammer, nach Lampadius. 14) Nach Hoffmann $= 6\,\dot{\mathrm{Fe}}^3\,\bar{\mathrm{Si}} + \dot{\mathrm{Fe}}^9\,\bar{\mathrm{Fe}}$ oder

3 ($\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}$ + 3 $\dot{Fe}^6$ $\bar{Si}$) + $\dot{Fe}$ $\bar{\bar{Fe}}$, oder, wenn man das $\bar{\bar{Fe}}$ als Stellvertreter der $\bar{Si}$ ansieht, $\dot{Fe}^4$ ($\bar{Si}$, $\bar{\bar{Fe}}$) = $\dot{Fe}^2$ ($\bar{Si}$, $\bar{\bar{Fe}}$) + $\dot{Fe}^6$ ($\bar{Si}$, $\bar{\bar{Fe}}$). 15) Vom Frischen am Schwallboden zu Reichenau im Oesterr., nach WIDTERMANN = $\dot{R}^6$ $\bar{Si}$ bis $\dot{R}^9$ $\bar{Si}$, wenn man die Sauerstoffmenge im $\bar{\bar{Fe}}$ zu jener der $\bar{Si}$ addirt. 16) Schwallboden, ebendaher, welcher aus der Schlacke Nr. 15 gebildet wird, = $\dot{R}^{12}$ $\bar{Si}$. 17) Zu gaare Schlacke, ebend. = $\dot{R}^6$ $\bar{Si}$. 18) Vom Rohgange, ebendah. = $\dot{R}^9$ $\bar{Si}^2$ + $\dot{R}^9$ $\bar{\bar{Fe}}^2$ = $\dot{R}^9$ ($\bar{Si}$, $\bar{\bar{Fe}}$)^2 = $\dot{R}^6$ $\bar{Si}$ + $\dot{Fe}^3$ $\bar{\bar{Fe}}$. 19) Gaarschl. von Mägdesprung, n. WIEGAND. 20) Lacht von der Löschfeuerschmiede, nach Karsten.

Nach vorstehenden Analysen ergibt sich die mittlere Zusammensetzung der Gaarschlacken zu $\dot{Fe}^6$ $\bar{Si}$ u. 3 $\dot{Fe}^3$ $\bar{Si}$ + 8 $\dot{Fe}^6$ $\bar{Si}$ + 2 $\dot{Fe}$, $\bar{\bar{Fe}}$.

Ueber krystallisirte Weich- und Hartzerrenn-, sowie über Streckhammerschlacken siehe LEONH., Hüttenerz. S. 45—48.

C. Puddelschlacken.

Pudde schlack

	$\bar{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\bar{\bar{Al}}$	$\bar{\bar{Fe}}$	$\dot{Fe}$	$\dddot{P}$	S	$\dddot{S}$
1.	16,53	66,23	4,90	0,70	—	1,04	—	6,80	3,80	—	—
2.	10,5	55,5	—	0,24	—	13,1	18,45	—	2,5	0,408	—
3.	12,00	52,65	—	—	—	12,27	18,44	—	4,38	0,38	—
4.	11,9	59,13	—	0,14	—	14,57	12,15	—	2,23	0,39	—
5.	8,96	60,49	—	13,25	7,40	9,89	—	—	—	—	—
6.	18,403	65,075	—	5,173	4,915	6,023	—	—	—	—	—
7.	18,597	76,455	—	1,252	1,189	2,504	—	—	—	—	—
8.	28,04	70,45	0,44	0,28	0,30	0,24	—	—	P 0,16	0,09	—
9.	14,00	78,30	1,76	Spr.	—	1,10	—	—	P 2,80	1,25	—
10.	15,09	49,96	10,98	—	—	—	14,41	—	—	—	—
11.	15,79	51,42	14,87	—	—	—	5,91	—	—	—	—
12.	17,44	54,27	15,28	—	—	—	12,80	—	—	—	—
13.	20,34	56,80	—	—	—	—	5,51	—	—	—	—
14.	21,89	52,60	—	—	—	—	4,44	—	—	—	—
15.	36,8	61,0	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—
16.	46,1	45,0	1,9	1,0	2,0	3,0	—	—	—	—	—
17.	27,6	52,0	—	20,4	—	—	—	—	—	—	—
18.	29,60	48,43	1,13	0,47	0,35	1,28	17,11	1,61	—	—	—
19.	23,86	39,83	6,17	0,28	0,24	0,91	23,75	0,62	—	—	—

	$\bar{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\bar{Al}$	$\bar{Fe}$	$\dot{Fe}$	$\bar{\bar{P}}$	S	$\bar{S}$
20.	16,455	70,558	2,093	0,484	Spr.	3,736	1,434	0,120	4,298	Fe 0,359	0,499
21.	14,40	13,41	2,90	1,12	—	—	68,10	—	—	—	—

1) Nach dem Ziehen der Ballen im Ofen zurückgebliebene Gaarschlacke, nach CALVERT und JOHNSON (B. u. h. Ztg. 1858. S. 13 u. 42); Sauerstoffverhältniss 9,08:15,59; $6\,\dot{Fe}^3\,\bar{Si} + 5\,\dot{Fe}^6\,\bar{Si}$. 2—4) Schl. vom Walzwerksbetrieb zur Bernhardshütte b[illegible]erg in Baiern (B. u. h. Ztg. 1855 S. 358; 1857 S. [illegible] EBERMAYER, von weissem, grauem und aus beid[illegible] Roheisen, $= \bar{Al}\,\bar{Si} + 5\,\dot{Fe}, \bar{Fe}$, reich an Thonerde [illegible] Kieselsäure. 5—7) Gaarschlacke von Rak[illegible]en, n. FEISTMANTL. 5) Tafelartige Krystalle [illegible]nen an der obersten Stelle des Schlackenherdes [illegible]h. 9,29 : 20,9; $2\,\dot{Fe}^6\,(\bar{Si}, \bar{Al}) + (\dot{Ca}, \dot{Mg})^6\,(\bar{Si},$ [illegible] Schlackenboden darunter, Sauerstoffverh. 12,38 : 17,89; $Fe^3\,\bar{Si}^2 + 3\,\dot{Fe}^6\,\bar{Si} = \dot{Fe}^2\,(\bar{Si}, \bar{Al})$. 7) Schlackenboden, wie er während der Arbeit im flüssigen Zustande war (LEONH., Jahrb. f. Min. 1855 S. 148; LEONH., Hüttenerz. S. 50, 51). 8) Puddelschl. von Sore in Steyermark, welche nach dem Verfahren von LANG und FREY auf Roheisen verschmolzen sind (Oest. Ztg. 1860 Nr. 40). 9) Schl. von Witkowitz, nach LÖWE, zu demselben Zweck verwandt (Oest. Ztg. 1861 S. 25). 10—14) Puddelschlacken nach LIST (B. u. h. Ztg. 1860 S. 474); 10—12) vor und nach dem Einschmelzen und während des stärksten Aufkochens genommen; 13 u. 14) vor und nach dem Einschmelzen genommen; im Allgemeinen $(\dot{Fe}, \dot{Mn})^6\,\bar{Si}$. 15) Von Dowlais bei Merthyr Tidvil in England, dicht, graulich schwarz, n. BERTHIER $= \dot{Fe}^2\,\bar{Si}$. 16) Von Skebo in Schweden, nach SEFSTRÖM $= \dot{Fe}^3\,\bar{Si}^2$. 17) Von Couvain in den Niederlanden, nach BERTHIER $= 4\,\dot{Fe}^3\,\bar{Si} + \dot{Ca}^2\,\bar{Si} = 4\,\dot{Fe}^3\,\bar{Si} + 3\,\dot{Fe}^2\,\bar{Si} + 3\,\dot{Fe}^6\,\bar{Si}$. 18 u. 19) Aus England, letztere von Bloomfield bei Tipton, rhombisch krystallisirt nach der Form des Eisenchrysoliths, nach PERCY und MILLER; Nr. 18 $= 2\,\dot{Fe}^3\,\bar{Si} + \bar{Fe}\,\bar{Si} = \dot{Fe}^3\,\bar{Si} + 2\,\dot{Fe}\,\bar{Si} + \dot{Fe}\,\bar{Fe} = \dot{Fe}$

$(\dddot{Si}, \bar{Fe})^3$; Nr. 19 $= \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 2 \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 2 \bar{Fe} \dddot{Si} = \dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + 2 \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 2 \dot{Fe} \bar{Fe} = \dot{Fe}^3 (\dddot{Si}, \bar{Fe})^2$. 20) Gaarschl. vom Gaspuddeln zu Mandelholz am Harze, nach Dr. HAHN; der Gehalt an $\dot{Fe}$ und $\dot{Mn}$ gibt mit $\dddot{Si}$ nahe $\dot{R}^6 \dddot{Si}$. 21) Poröse Schlackenmasse, Ansatz an den Wänden und Gewölben der Puddelöfen zu Ternitz, nach v. REICHENBACH.

Ueber krystallisirte Puddelschlacken: DÖNDORFF in LEONH., Jahrb. f. Min. 1860. S. 668.

Die Puddelschlacken sind gewöhnlich etwas eisenreicher, als Herdfrischschlacken, gehen aber durchschnittlich selten über 55 %. Sie sind schwerer reducirbar und durch Rösten schwieriger aufzuschliessen, als Frischfeuerschlacken.

D. Schweissfeuer- und Schweissofenschlacken. Schweissofenschlacken.

	$\dddot{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\bar{Al}$	$\bar{Fe}$	S	P
1.	15,15	76,73	1,51	Spr.	Spr.	1,95	—	1,36	2,22
2.	35,13	59,97	—	—	4,88	—	—	—	—
3.	25,4	68,8	—	—	—	5,0	3,1	—	—
4.	29,1	68,9	0,5	—	—	1,4	—	—	—
5.	44,1	52,0	0,6	—	—	2,9	—	—	—
6.	33,47	65,83	0,74	—	—	—	—	—	—
7.	34,00	55,36	—	0,36	Spr.	—	8,49	1,79	C u. Verl.
8.	42,4	52,0	—	—	—	3,3	—	—	—

1) Witkowitzer Schw., nach MAYRHOFER, Zuschlag beim Roheisenschmelzen. 2) Schw. von Althütten in Böhmen, nach FEISTMANTL, Schmelzpunct 1789 °C; Sauerstoffverh. 18,26 : 15,22; $\dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + 4 \dot{Fe}^3 \dddot{Si}$. 3) Von Lohhütte bei Siegen nach SCHNABEL, spec. Gew. 4,167, Sauerstoffverh. 16,47 : 14,84, wenn $\bar{Al}$ und $\bar{Fe}$ zu $\dddot{Si}$ gerechnet werden; $3 \dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + 2 \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 6 (\dot{Fe}^2 \dddot{Si} + \dot{Fe}^6 \dddot{Si})$. 4 u. 5) Schw. von Witkowitz, nach MAYRHOFER, erstere dicht, letztere porös. 6) Schw. aus Schweden, krystallisirt, nach DUGENDT; Formel wie Nr. 2. 7) Schw. von Wasseralfingen, sehr grobblätterig und mit dünnen Krystallblättern besetzt, spec. Gew. 3,755; nach RAMMELSBERG $= 6 \dot{Fe}^6 \dddot{Si} + \dot{Fe} \bar{Fe} = \dot{Fe}^2 (\dddot{Si}, \bar{Fe})$, nach LINDAUER $= \dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + 4 \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + \bar{Fe} \dddot{Si} = 7 \dot{Fe}^3 \dddot{Si} + \dot{Fe} \bar{Fe}$. 8) Schw. von Dowlais, mit grossen Höhlungen, nach BERTHIER; $\dot{Fe}^6 \dddot{Si}$.

Nach Vorstehendem sind die Schweissofenschlacken den Puddel-Rohschlacken in ihrer Zusammensetzung ähnlich.

Ueber krystallisirte Schweissofenschlacken siehe: LEONHARD, Hüttenerzeugnisse S. 48, 49, 297.

In einer Schweissofenschlacke von den Puddelwerken von HOESCH & Söhne in Eschweiler fanden sich Olivinkrystalle (Berggeist 1861 S. 257).

Die Schweissofenschlacken sind reicher an Eisen, als die Frisch- und Puddelschlacken, halten selten unter 60 % Eisen und sind viel schwerer reducirbar, können auch durch Rösten und Abwittern wenig vorbereitet werden.

Feineisenfeuerschlacken.

E. Schlacken aus dem Feineisenfeuer.

	$\bar{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\bar{Al}$	$\bar{Fe}$	$\bar{P}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$
1.	27,6	61,2	—	4,0	—	7,2	—	—
2.	32,2	66,5	0,9	—	—	1,7	—	—
3.	13,69	73,12	—	—	13,09	—	—	—
4.	22,76	61,28	3,58	7,30	—	—	3,41	0,76

1) Von Dudley bei Birmingham, n. BERTHIER. 2) Von Firmy, nach Dems. 3) Von Stourbridge, nach RAMMELSBERG $= 2\,\dot{Fe}^6\,\bar{Si} + \dot{Fe}\,\bar{Fe}$ oder $\dot{Fe}^3\,(\bar{Si}, \bar{Fe}) + \dot{Fe}^6\,(\bar{Si}, \bar{Fe})$, deutliche Aggregate regelmässiger Octaëder. 4) Von Bromford bei Birmingham, nach PERCY.

Rohstahlfrischschlacken.

F. Schlacken vom Rohstahlfrischen.

	$\bar{Si}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\bar{Al}$	$\bar{Fe}$	C
1.	23,0	45,0	29,0	2,0	1,0	1,0	—	—
2.	19,0	51,5	10,5	17,0	1,0	1,0	—	—
3.	8,0	80,0	3,5	7,0	0,5	0,5	—	—
4.	29,3	40,4	10,0	14,3	1,0	1,0	—	—
5.	21,0	70,2	3,5	4,3	0,5	0,5	—	—
6.	19,0	64,8	12,6	1,8	0,4	—	—	—
7.	19,10	69,92	3,80	—	—	1,25	4,15	1,41
8.	13,30	76,80	1,70	4,90		2,10	—	—
9.	9,20	84,40	2,30	1,40	3,00	1,90	—	—
10.	24,50	58,00	10,25	4,50	Spr.	2,00	0,75	= Alk. u. Verl.
11.	28,80	50,70	9,75	5,25	Spr.	4,50	1,00	„ „
12.	29,25	54,00	9,00	3,75	3,75	3,00	1,00	„ „
13.	23,00	54,50	10,00	4,50	Spr.	7,25	0,75	„ „

1) Von Allward, nach BERTHIER, vom Einschmelzen. 2 u. 3) Desgl. während des Frischens gefallen. 4 u. 5) Von Rives-de-Gier bei St. Etienne, Roh- und Gaarschlacke nach Dems. 6) Von Müsen, n. Dems. 7) Von Sollinger Hütte im Hannoverschen, nach LAMPADIUS. 8 u. 9) Von Schishyttan, n. FELLIN, von verschiedenen Perioden des Frischens. 10—13) Vom Rivois'schen Stahlfrischprozess, aus verschiedenen Perioden entnommen, nach LAN; Sauerstoffverh. $^{13}/_{18}$, $^{14}/_{17}$, $^{15}/_{16}$ u. $^{12}/_{20}$ (B. u. h. Ztg. 1860 S. 183).

Die Zusammensetzung der Rohschlacken liegt nach diesen Analysen zwischen $\dot{F}e^3 \dddot{S}i$ und $3 \dot{F}e^3 \bar{F}i + 2 \dot{F}e^6 \dddot{S}i$, und die der Gaarschlacken ist $\dot{F}e^3 \dddot{S}i + 4 \dot{F}e^6 \dddot{S}i$ ohne Eisenoxyd, und mit Eisenoxyd $= \dot{F}e^4 (\dddot{S}i, \bar{\bar{F}}e) = \dot{F}e^3 (\dot{S}i, \bar{\bar{F}}e) + \dot{F}e^6 (\dddot{S}i, \bar{\bar{F}}e)$. Die kieselsäurearmen Schlacken Nr. 3, 8 u. 9 lassen sich darstellen als $17 \dot{F}e^{12} \dddot{S}i + 8 \dot{R}^3 \dddot{S}i^2$, worin $\dot{R}$ die dem vorhandenen $\dot{F}e$ isomorphen Basen bezeichnet und die $\bar{\bar{A}}l$ zur $\dddot{S}i$ gerechnet ist.

Ueber krystallisirte Frischstahlschlacken: LEONH., Hüttenerzeugn. S. 12, 53.

G. Stahlpuddelschlacken.

Stahlpud schlack

	$\dddot{S}i$	$\bar{\bar{A}}l$	$\dot{F}e$	$\dot{M}n$	$\dot{C}a$	$\dot{M}g$	S
1.	26,0	6,8	55,9	10,5	0,6	—	—
2.	23,5	3,3	66,0	8,4	—	—	—
3.	14,50	—	83,12	2,38		—	—
4.	17,50	—	81,14	1,36		—	—
5.	15,00	—	82,00	3,00		—	—
6.	14,50	—	83,50	2,00		—	—
7.	17,8	1,8	69,1	9,4	0,4	0,4	0,9.

1) Schl. von Lohhütte bei Siegen, nach SCHNABEL, bei sehr rohem Gange und sehr gutem, reinem Puddelstahl gefallen, spec. Gew. 3,643, Sauerstoffverhältn. 16,69 : 14,95; $5 \dot{F}e^3 \dddot{S}i + (\dot{M}n, \dot{C}a)^3 \dddot{S}i^2 = 13 \dot{F}e^3 \dddot{S}i + 2 \dot{F}e^6 \dddot{S}i$. 2) Desgl. von etwas gaarerem Ofengange nach Dems., spec. Gewicht 4,127, Sauerstoffverh. 13,75 : 16,56; $4 \dot{F}e^3 \dddot{S}i + 3 \dot{F}e^2 \dddot{S}i + 3 \dot{F}e^6 \dddot{S}i$. 3—6) Schl. vom Stahlpuddeln im Loiredeparte-

ment, nach LAN, aus verschiedenen Perioden des Puddelprozesses (B. u. h. Ztg. 1860. S. 224), Sauerstoffverhältniss 1:2—2,5. 7) Puddelschlacke von Firminy, bei Zusatz von Kochsalz erhalten, nach GRUNER (B. u. h. Ztg. 1860. S. 266), Sauerstoffverh. 9,25 : 19,16.

Ueber krystallisirte Stahlpuddelschlacken siehe: LEONH., Hüttenerz. S. 53; über Stahlraffinir- oder Gärbschlacken, ibid. S. 48.

poloofen-schlacken.

VII. Kupoloofenschlacken.

	$\bar{Si}$	$\bar{Al}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Ca}$
1.	45,59	11,88	1,11	0,91	38,20	—	1,76

1) Aus einem Kupoloofen, worin Gusseisen unter Zusatz von Kalk umgeschmolzen wurde; lange gelbe tetragonale Prismen, nach Humboldtilith $= 3\,\dot{R}^3\,\bar{Si} + \bar{Al}\,\bar{Si}$.

…sammensetzung der …nhohofenschlacken.

VIII. Eisenhohofenschlacken.

Die Schlacken aus Eisenhohöfen und Blauöfen zeigen in Bezug auf ihren Silicirungsgrad eine grosse Verschiedenheit. Nach PLATTNER kommen folgende Verbindungen vor:

$m\ \dot{Ca}^3\,\bar{Si} + \bar{Al}\,\bar{Si}$ mit geringen Mengen $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Mg}$.

$m\ \dot{Ca}^3\,\bar{Si}^2 + \bar{Al}\,\bar{Si}$ „ „ „ „ „ „

$m\ \dot{Ca}\,\bar{Si} + n\,(\dot{Mg}, \dot{Mn}, \dot{Fe})^3\,\bar{Si}^2 + \bar{Al}\,\bar{Si}$.

$m\ (\dot{Ca}, \dot{Mg})\,\bar{Si} + \bar{Al}\,\bar{Si}$ incl. geringer Mengen $\dot{Fe}$ und $\dot{Mn}$

$m\ (\dot{Ca}, \dot{Mg})\,\bar{Si} + \bar{Al}\,\bar{Si}^2$ „ „ „ „ „ „

$m\ (\dot{Ca}, \dot{Mg})\,\bar{Si} + (\dot{Ca}, \dot{Mg})^3\,\bar{Al}^2$ „ „ „ „ „

Ausserdem enthalten derartige Schlacken öfters geringe Mengen $\dot{Ba}$, $\dot{K}$, $\dot{Na}$, Ca, $Ca\,F$, $\bar{\bar{P}}$, Ti. Dieselben variiren hiernach zwischen Singulo- und Trisilicaten, die grosse Mehrzahl nähert sich einem mittleren Verhältniss. Die Schlacken aus Holzkohlenöfen pflegen zwischen den Bi- und Singulosilicaten

$$\dot{Ca}^3\,\bar{Si}^2 + \bar{Al}\,\bar{Si}^2 \text{ und } \dot{Ca}^3\,\bar{Si} + \bar{Al}\,\bar{Si}$$

zu liegen, von denen die günstigste Verbindung erfahrungsmässig

$$\dot{Ca}^3\,\bar{Si}^2 + \bar{Al}\,\bar{Si}$$

ist. Die Cokeshohofenschlacken nähern sich der Zusammensetzung

$$\dot{C}a^3 \dddot{S}i + \bar{A}l \dddot{S}i.$$

Nur selten bilden sich höhere Silicate, als Trisilicate. Damit möglichst wenig Silicium reducirt und in das Roheisen übergeführt werde, erzeugt man um so basischere Schlacke, je höher der Wind erhitzt ist.

Nach GUETTIER [1]) u. A. schwankt die Zusammensetzung der Eisenhohofenschlacken zwischen

$\dddot{S}i$	$\dot{C}a$	$\bar{A}l$	$\dot{M}g$	$\dot{F}e$	$\dot{M}n$
27—71 %	0—50%	Spr.—28%	0—22%	Spr.—26%	0—34%

Wichtige Beiträge zur Kenntniss der Eisenhohofenschlacken sind von RAMMELSBERG [2]), HAUSMANN [3]) und SCHEERER [4]) geliefert.

Schlack als Mine substanz

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung dieser Schlacken, deren Verschiedenheit in der grossen Verschiedenartigkeit der Eisenerze und der sie begleitenden Mineralsubstanzen begründet ist, lassen sich nach HAUSMANN [5]) u. A. folgende Arten unterscheiden, deren Mischungsverhältnisse und Krystallisationen mit gewissen natürlichen Mineralsubstanzen übereinstimmen, während andere sich bis jetzt auf solche noch nicht zurückführen lassen.

1) Pyroxensubstanz, Bisilicat, $\dot{R}^3 (\dddot{S}i, \bar{A}l)^2$, (monoklinoëdrisch), welche am häufigsten und in den mannigfachsten Modificationen vorkommt, z. B. als Wollastonit $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2$ die Schlacken Nr. 25, 26, 28, 49, 55; als Diopsid $(\dot{C}a, \dot{M}g)^3 \dddot{S}i^2$ die Schlacke Nr. 24; dem Diopsid ähnlich die Schlacken Nr. 25 und 26, in welchen ein verhältnissmässig geringer Gehalt an Magnesia und ein grösserer, die Kieselerde vertretender Thonerdegehalt gefunden wurde. Die Schlacken Nr. 3—11 weichen durch ihren bedeutenden Ge-

---

1) Polyt. Centr. 1849. S. 1307.
2) POGG., Ann. LXXIV, 95. Bgwfd. XII, 545.
3) Studien d. Götting. Ver. VI, 323 (1854). Nachrichten von der Königl. Gesellsch. der Wissensch. in Göttingen. 1856. No. 12.
4) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 94. S. 79 (1855).
5) C. l. — LEONH., Hüttenerz. S. 55.

halt an $\dot{M}n$ von der Pyroxensubstanz ab, sowie die Schlacken Nr. 15—19 durch einen bedeutenden Gehalt an $\dot{B}a$. Die Schlacke Nr. 42 hat die meiste Aehnlichkeit mit dem Augit $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e)^3 (\ddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)^2$, unterscheidet sich aber davon durch einen grösseren Kalkerdegehalt, sowie durch einen unbedeutenden Antheil von Talkerde und weniger Eisenoxydul Nr. 5, 10, 42 Manganaugit (GURLT, pyrogen. Min. S. 69, 71).

2) Gehlenitsu[illegible] $\ddot{S}i + \ddot{R}^2 \ddot{S}i$ oder $3\,\dot{R}^3 \ddot{S}i + \ddot{R}^3 \ddot{S}i$ (tetragonal) [illegible]hören z. B. die Schlacken Nr. [illegible] nd [illegible] und [illegible] Schlacken Nr. 3—11 und N[illegible] smus eigen zu sein scheint, in[illegible] Pyroxens und des Gehlenits kry[illegible]n. Min. S. 65).

3) [illegible] z, Singulosilicat, $2\,\dot{R}^3 \ddot{S}i + \ddot{R}$ [illegible] hlacken Nr. 31—38. Derartige Schlacken pflegen sich besonders beim Verschmelzen thoniger Sphärosiderite mit kalkigen Zuschlägen und Cokes zu erzeugen, dagegen nicht beim Verhütten von Magneteisenstein, Eisenglanz, Rotheisenstein, Brauneisenstein und Gelbeisenstein mit Holzkohlen (GURLT, pyrogen. Min. S. 63).

4) Feldspathsubstanz $\dot{R}\,\ddot{S}i + \ddot{\bar{A}}l\,\ddot{S}i^3$ (monoklinoëdrisch), wie Nr. 44 (Kalkfeldspath, Labrador), in welcher das $\dot{K}$ durch $\dot{C}a$ vertreten ist (GURLT, pyrogen. Min. S. 77, 79).

5) Peridotsubstanz $\dot{R}^3 \ddot{S}i$ (rhombisch), für die Stabeisen- und Stahl-Darstellungsprozesse wichtig und als $\dot{F}e^3 \ddot{S}i$ häufig vorkommend, bildet sich zuweilen bei Eisenblau- und Hohöfen zu Schmalkalden, Gleiwitz, Rothehütte und Königshütte am Harze als Fayalit, $\dot{F}e^3 \ddot{S}i$ (GURLT, pyrogen. Min. S. 58).

6) Smaragdsubstanz $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + \ddot{\bar{A}}l\,\ddot{S}i^2$ (hexagonal). Die von KOCH mit Kieselschmelz[1]) bezeichnete Schlacke (Schlacken Nr. 1, 2) kann, wenn die obige Formel für die Smaragdsubstanz richtig ist, als ein Smaragd betrachtet werden

---

1) KOCH, krystall. Hüttenproducte. S. 40. GURLT, pyrog. Min. S. 80.

den, in welchem die Beryllerde durch Kalkerde vertreten ist. Der Kieselschmelz kommt besonders bei Holzkohlenöfen vor, welche kalkige, thonige und kieselige Roth- und Gelbeisensteine verschmelzen, und ist nach den neueren Untersuchungen von Limpricht und Knop (Nr. 68 und 69) aus $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 + \bar{A}l \dddot{S}i^3$ mit einer Beimengung von Pyroxensubstanz $\dot{R}^3 \dddot{S}i^2$ zusammengesetzt.

7) Chytophyllitsubstanz $\dot{R} (\dddot{S}i, \bar{A}l)$ (Krystallform unbekannt). Diese mit keiner natürlichen Mineralsubstanz übereinstimmende Zusammensetzung ist einer von Hausmann beschriebenen Schlacke aus Eisenhohöfen am Harze (Nr. 21) und nach Sandberger[1]) im Nassau'schen eigen. (Auch bei Kupferschlacken kommt diese Substanz vor.)

8) Chytostilbit nennt Hausmann[2]) ihrer Zusammensetzung nach eine als Kalkamphibol — $\dot{R}(\dddot{S}i,\bar{A}l) + \dot{R}^3(\dddot{S}i,\bar{A}l)^2$ — anzusprechende strahlige Schlacke von Geislautern bei Saarbrücken (Nr. 50), welcher sich in ihrer Zusammensetzung eine ausgezeichnet strahlige Schlacke von Concordiahütte bei Bendorf (Nr. 48) und eine ähnliche Schlacke von Königshütte in Oberschlesien (Nr. 51) nähern.

9) Anderthalbsilicat (dimorph, tetragonal und monoklinoëdrisch), Sauerstoffverhältniss 3 : 2. Kommt nur in Schlacken vor (A. Nr. 16, 20, 63—66). (Gurlt, pyrogen. Min. S. 66.)

10) Hornblende, Amphibol, das Bi- und Trisilicat, (monoklinoëdrisch), die Krystalle theils in Höhlungen aufgewachsen, theils in der Schlackenmasse porphyrartig eingewachsen, häufig dem Strahlstein ähnlich, von folgenden Formen: $3 \dot{R} (\dddot{S}i, \bar{A}l) + 2 \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \bar{A}l)^2$ in Nr. 28; $3 \dot{R} (\dddot{S}i, \bar{A}l) + \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \bar{A}l)^2$ in Nr. 22, 25, 26, 29, 30; $9 \dot{R} (\dddot{S}i, \bar{A}l) + \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \bar{A}l)^2$ in Nr. 45, 67. (Gurlt, pyrogen. Min. S. 74.)

Ausser diesen wesentlich verschiedenen Arten von krystallisirten Eisenhohofenschlacken scheinen nach Hausmann

1) Nassau. Jahrb. d. Ver. f. Naturkde. Hft. VII, Abthlg. 2. u. 3. S. 137. Nachrichten von d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1856. No. 12.

2) Gött. Nachr. etc. 1856. No. 12. S. 211. Leonh., Hüttenerz. S. 385.

noch mehrere andere vorzukommen, welche auf eine genauere Untersuchung und Bestimmung warten. Sehr häufig kommen Verschmelzungen von Schlackenmassen verschiedener Zusammensetzung vor, welche weder als chemische Verbindungen, noch insofern als mechanische zu betrachten sind, als sie sich durch mechanische Mittel aufheben lassen, und es dürften zum Theil wenigstens darin die Schwankungen eine Erklärung finden, welche die Resultate sorgfältiger Schlackenanalysen nicht selten zeigen. Aehnliche Erscheinungen kommen in der Natur vor, auch krystallisiren manche solcher Gemenge (z. B. gemischter Vitriol) und nehmen die Form des einen der Gemengtheile (des Eisenvitriols) an, selbst wenn der andere (Kupfervitriol) in bedeutender Quantität vorhanden ist. Für Gemenge, welche in der Mitte stehen zwischen einer chemischen und einer solchen mechanischen Verbindung, die nur durch chemische Mittel aufgehoben werden kann, ist der Ausdruck Verschlingung vorgeschlagen worden.

Aggregatzustand der Schlacken. Der Aggregatzustand der Eisenhohofenschlacken hängt ab von ihrer chemischen Zusammensetzung, vom Ofengange (Leonh., Hüttererz. S. 104, 106, 112), von der Zeitdauer des Schmelzens (ibid. S. 115), von der Periode, in welcher die Schlacke gefallen ist, ob am Anfang oder Ende der Campagne (ibid. S. 119), oder von zufälligen Umständen, z. B. von der rascheren oder langsameren Abkühlung (glasige und basaltirte Schlacke S. 834), von der Berührung mit Wasser oder mit anderen Körpern u. dergl. m. Manche Schlacken zerfallen nach einiger Zeit, manche schon während des Erstarrens (A. Nr. 12—14, 63; B. 2. Nr. 18), was sich vielleicht aus dem Dimorphismus der Schlacke erklären lässt. Abgesehen von der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Eisenhohofenschlacken sind nach Hausmann (c. l.) folgende Hauptabänderungen ihres Aggregatzustandes zu unterscheiden:

1) Krystallinische Schlacken, theils in ausgebildeten Krystallindividuen, theils in Massen von krystallinischem Gefüge. Die Krystalle sind entweder ein- oder aufgewachsen, die derben krystallinischen Massen sind strahlig, fasrig oder blättrig strahlig, und zwar das Strahlige oder Fasrige am

häufigsten verworren, zuweilen gleichlaufend oder concentrisch auseinander laufend, beim Blättrigen und Strahligen gewöhnlich zum Perlmutterglanz und beim Fasrigen zum Seidenglanz hinneigend. Derbe krystallinische Schlacken sind gewöhnlich nur an den Kanten durchscheinend, selten völlig durchscheinend.

2) Porzellan- und steinartige Schlacken, zwischen krystallinischen und glasigen stehend, mit gewöhnlich unebenem, selten muscheligem Bruche, schwachem, gewöhnlich wachs- oder fettartigem Glanze, oft nur schimmernd oder ganz matt; nur an den Kanten durchscheinend oder völlig undurchsichtig. Farbe weiss, grau, blau, grün, gelb, braun, oft unbestimmt und unrein, zuweilen, wie solches besonders bei den grünen und blauen Farben der Fall ist, ausgezeichnet rein und hoch. Durch Abwechselung verschiedener Farben entstehen geaderte, geflammte, gefleckte, gebänderte Farbenzeichnungen. Im Ganzen nähern sich die Farben mehr denen der krystallinischen Schlacken, als denen der glasigen.

3) Glasartige Schlacken kommen am gewöhnlichsten vor, und aus denselben pflegen erst die krystallinischen und porzellan- und steinartigen zu entstehen. Zuweilen haben zusammen vorkommende krystallinische und glasartige Schlacken dieselbe Zusammensetzung[1]), und die Entstehung krystallinischer Schlacken ist nicht immer ein Beweis für eine zweckmässige Beschickung.[2]) Je glasartiger die Schlacke, desto vollkommener ist der muschelige Bruch, desto lebhafter der Glanz und desto grösser die Durchscheinheit. Selten kommen völlig farblose oder weisse oder schwarze glasige Schlacken vor, sehr gewöhnlich sind sie in den verschiedensten Abstufungen grau mit grünlichem, gelblichem, bräunlichem und bläulichem Anstrich, ferner grün in den mannichfaltigsten Abstufungen (seladongrün, meergrün, apfelgrün, lauchgrün, pistaziengrün, olivengrün, ölgrün). Ein nicht unbedeutender Mangangehalt pflegt gewisse lebhafte, namentlich apfel- und pistaziengrüne Schattirungen, besonders aber

1) Rammelsberg, Metallurgie. S. 89.
2) Karsten, Eisenhüttenkunde III, §. 680. S. 218.

eine kolophoniumbraune Färbung hervorzubringen, während die satteren grünen Färbungen in der Regel einen bedeutenden Eisengehalt anzeigen. Auch zeigen sich leberbraune und schön blaue Farben, welche letztere theils in Grau, theils in Grün verlaufen. Wolkige, flammige, geaderte, gebänderte, gefleckte Zeichnungen kommen nicht selten vor und werden theils durch verschiedene dunklere und hellere Schattirungen derselben Farbe, theils durch verschiedene Arten von Farben derselben Gattung, theils durch verschiedene Gattungen von Farben, z. B. Grau und Blau, Grün und Blau, Grün und Braun dargestellt.

Durch langsame Abkühlung glasiger Schlacken entstehen porzellan- und steinartige, auch krystallinische Schlacken von der verschiedensten Färbung, wofür die Gossen- oder Leistenschlacken einen Beweis liefern. Im Allgemeinen befördern leichtflüssige Beschickungen die Entstehung glasartiger Schlacken; dagegen erfolgen porzellan- und steinartige, sowie krystallinische Schlacken besonders bei strengflüssigen Beschickungen.

Zuweilen erzeugen sich obsidian-, pech-, feuer- und hornsteinähnliche Schlacken[1] (B. 1. Nr. 45).

4) Porphyrartige Schlacken[2] sind durch Aussonderung von Krystallindividuen in einer Grundmasse von abweichender Beschaffenheit characterisirt. Je nachdem die Grundmasse entweder von krystallinischer oder von anderer Beschaffenheit ist, unterscheidet man:

a) Porphyrartige Schlacken mit krystallinischer Grundmasse. So liegen z. B. in einer aus Chytophyllit (Nr. 21) bestehenden perlgrauen, ins Lavendelblaue neigenden Grundmasse mit blättrig strahligem, glänzendem Gefüge Krystalle von Kieselschmelz (Nr. 1), gewöhnlich von regulär sechsseitig prismatischer Form und von mattem, gelblich weissem Ansehen.

b) Porphyrartige Schlacken mit porzellan- oder steinartiger Grundmasse. Es kommen Krystalle von Kieselschmelz in einer solchen Grundmasse vor, welche im

---

1) Leonh., Hüttenerz. S. 163, 176.
2) Ibid. S. 157.

Bruche unvollkommen muschelig, wenig fettartig glänzend oder schimmernd, durchscheinend und von perlgrauer ins Violette neigender Farbe ist. Schlacken aus dem Altenauer und Rothehütter Hohofen am Harze zeigen diese Beschaffenheit; desgleichen die Feldspathschlacke von Veckerhagen (Nr. 44), wo in einer steinigen, theils matten, theils schimmernden grünlich schiefergrauen Grundmasse unzählige prismatische Krystalle, etwa von der Länge einer Linie, von weisser Farbe und lebhaftem Glanze liegen.

c) Porphyrartige Schlacken mit glasartiger Grundmasse. Diese Art Schlacken sind am häufigsten. Gewöhnlich stechen sie meist nur auf dem Bruche schimmernder oder matter Krystalle bei hellerer Farbe gegen die mehr oder weniger stark glänzende Grundmasse von grüner, brauner oder grauer Farbe ab. Auf diese Weise kommen Krystalle des Kieselschmelzes, des Humboldtiliths, des Pyroxens und des Gehlenits vor. Bei diesen Schlacken ist die Gesammtmischung entweder in zwei verschiedene Mischungen von bestimmten Verhältnissen zerfallen (Chytophyllit und Kieselschmelz), oder es haben sich Krystalle von einer bestimmten Zusammensetzung von der übrigen Masse gesondert, deren Bestandtheile nicht nach einem festen Verhältniss verbunden sind, oder Krystalle und Grundmasse haben noch dieselbe Zusammensetzung (Nr. 3—11, 46, 47, 52, 53). Glasige Schlacken können ebenso, wie krystallinische, nach bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sein.

5) Variolitartige Schlacken. Der variolitartige Aggregatzustand unterscheidet sich von dem porphyrartigen dadurch, dass nicht Krystalle, sondern sphärische oder kugelförmige Theile einer gewissen Schlackenmasse in einer Grundmasse von abweichender Beschaffenheit sich befinden. Die Bildung dieser Theile ging durch Centralattraction, durch eine Aussonderung gleichartiger Theile und Vereinigung derselben um gemeinschaftliche Mittelpuncte der Anziehung vor sich.

Beim Uebergange der porphyrartigen Structur in die variolitartige zeigen sich zuerst einzelne unvollkommen ausgebildete Krystalle um einen Anziehungspunct versammelt. Indem deren Anzahl wächst, vermindert sich zugleich ihre

Deutlichkeit; es erscheinen Kugeln mit Krystallspitzen nach aussen und einer krystallinischen, concentrisch stänglichen Absonderung im Innern. Allmälig verschwindet auch diese Absonderung und die Kugeln erscheinen porzellan- oder steinartig, zuweilen mit verschieden gefärbtem Kern oder mit Ringen derselben Masse in der Umgebung der Kugeln. Letztere, deren Grösse zwischen 1‴ und ½″ Durchmesser wechselt, finden sich entweder einzeln, oder es liegen mehrere zusammen, oder sie verfliessen in einander und gehen so allmälig in derbe, unbestimmt geformte Massen über.

Die Grundmasse dieser Schlacken ist von der der Absonderungen bald mehr, bald weniger verschieden. Bei glasiger Grundmasse sind die Ausscheidungen oft krystallinisch, porzellan- oder steinartig; bei steinartiger, matter Grundmasse von muscheligem Bruche, letztere porzellanartig von unvollkommen muscheligem, wenig fettig glänzendem Bruche. Die glasige Grundmasse ist oft grün, braun oder dunkelgrau, die Ausscheidungen dagegen sind von lichtgrauer, gelblicher oder weisser Farbe.

In Betreff der Zusammensetzung der Grundmasse und der Ausscheidungen gilt das unter 4) Gesagte.

6) Blasige und schaumige Schlacken (Bimsteinschlacken).[1]) Blasige Schlacken nennt man solche, in denen die Blasenräume im Verhältniss zur übrigen Masse untergeordnet sind, während bei schaumigen Schlacken die Blasenräume mehr oder weniger vorwalten (B. 1. Nr. 44). Die Bildung der Blasen geschieht entweder innerhalb des Hohofens — durch die Hohofengase, die Wasserdämpfe oder die Gebläseluft — oder ausserhalb desselben, wenn die Schlacke entweder mit der feuchten Hüttensohle in Berührung kommt, oder wenn Wasser auf dieselbe gegossen wird. Auf letztere Weise bildet sich z. B. die bimsteinähnliche Gaarschlacke von schnee-, graulich- oder grünlich-weisser Farbe aus einer sonst vollkommen glasartigen, verschieden gefärbten Schlacke. Zuweilen finden sich in den Blasenräumen Graphitkrystalle, nicht zu verwechseln mit den in Schlackenmassen eingehüllten Graphitblättchen.

---

1) Leonh., Hüttenerz. S. 162.

7) Fadige Schlacken. Zartfadige, seidenartig glänzende und dem Asbeste ähnliche Schlacken entstehen, wenn eine von vielen sehr kleinen Blasen erfüllte glasige Schlackenmasse durch irgend eine ziehende Einwirkung eine Längung erleidet, welche die kleinen Blasen in mikroskopische Röhrchen verwandelt.

8) Haarschlacke.[1]) Haarförmige Schlacken, welche aus gewöhnlich durcheinander gewirrten, seltener parallelen, bald kürzeren, bald längeren Schlackenfäden von verschiedener Stärke bestehen, an denen zuweilen kleine Schlackenkugeln hängen, werden in den Formen der Hohöfen durch das Zurückprallen der Gebläseluft besonders bei leichtflüssiger Beschickung gebildet (B. 1. Nr. 46).

9) Pseudomorphische Schlacken.[2]) Eine zur Fischbacher Schmelze bei Saarbrück vorgekommene Schlacke stellte sich als eine Verdrängungspseudomorphose nach Holzkohle dar. Es zeigte sich die pseudomorphische Bildung an Holzkohlenstückchen, welche, ohne vollkommen zersetzt zu sein, zugleich mit der Schlacke aus dem Gestelle gelangten. Die Kohle ist theilweise in eine Schlackenmasse umgewandelt, welche die Form der Holzfibern angenommen hat und die feinsten, parallelen Fasern darstellt, welche seidenartig schimmernd oder wenig glänzend, durchscheinend, von gelblich-, bräunlich- oder grünlich-weisser Farbe, glasartig spröde, stechend und scharf anzufühlen sind (Borstenschlacken).

Spec. Gew. u. Härte.

Was das Verhältniss des specifischen Gewichtes und der Härte zum Aggregatzustande der Eisenhohofenschlacken betrifft, so haben desfallsige Untersuchungen ergeben, dass die Dichtigkeit um so mehr zunimmt, je rascher die Abkühlung von statten geht und in demselben Grade sich vermindert, je langsamer sie erfolgt. In Ansehung der Härte verhält es sich umgekehrt, indem die langsamer abgekühlten und dadurch steinartig oder krystallinisch gewordenen Schlacken eine etwas grössere Härte besitzen, als die durch raschere Abkühlung in einen glasartigen Zustand versetzten.[3])

1) Leonh., Hüttenerz. S. 177.
2) Ibid. S. 179. B. u. h. Ztg. 1857. S. 183.
3) Hausmann in den Studien des Götting. Ver. VI, 400.

Farben der Schlacken.

Die Farben der Eisenhohofenschlacken können die pag. 836 erwähnten sein; nicht selten kommen schön blaue Farben vor. GMELIN, BECKMANN und KLAPROTH hielten Eisen für den Farbstoff, LAMPADIUS[1]) Phosphorsäure, QUANTZ[2]) Blausäure, BERTHIER[3]) und KERSTEN[4]) Titanoxyd, KERSTEN[5]) auch Vanadinsäure, HAUSMANN[6]) glaubte früher, dass das färbende Princip von verschiedenen Verhältnissen des Kohlenstoffs und Sauer[illegible] im Ofen herrühre, so dass blaue Schlacken entständen [illegible] terer, und grüne Schlacken, wenn letzterer vor[illegible] NET[7]), welcher bei Entglasung des grünen [illegible] s das Eintreten einer schön blauen Farbe be[illegible] es für wahrscheinlich, dass die Farbe nur ein[illegible] hen Grund habe, vielleicht Folge einer beson[illegible] ng der kleinsten Theile der Masse sei. Nach [illegible] kann ein und dasselbe Metalloxyd (z. B. [illegible] nganoxydul) unter gewissen Umständen, [illegible] hiedenen Temperaturen, den Gläsern verschiedene Farben ertheilen. Nach HAUSMANN's[9]) neueren Untersuchungen kommen zweierlei Arten von blauen Schlacken vor, nämlich:

1) solche, welche nur bei auffallendem Lichte blau erscheinen und ein weisses oder lichtgraues Pulver geben. Ihre Entstehung hängt, wie FOURNET angegeben hat, von einem gewissen, zwischen dem vollkommen glasartigen und krystallinischen in der Mitte stehenden Aggregatzustand ab, so dass sie nur zum Vorschein kommen, wenn die Schlacke weder sehr rasch, noch sehr langsam erkaltet. Am häufigsten bilden sie sich beim Verschmelzen von Rotheisenstein,

---

1) LAMPAD., Hüttenk. Thl. I, S. 87.
2) Pract. Abh. über die Eisen- und Stahlmanipulation der Herrschaft Schmalkalden. 1799. S. 73.
3) Ann. d. min. 3 sér. XIV, 135.
4) POGG., Ann. XLIX, 229; L, 313.
5) POGG., Ann. LI, 539; LII, 629.
6) Nordteutsche Beitr. 1 Stck. 1806. S. 122.
7) ERDM., J. f. pr. Ch. XXVI, 321. Bgwfd. VI, 383. B. u. h. Ztg. 1848. S. 838.
8) ERDM., J. f. pr. Ch. XLIX, 175.
9) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1854. S. 94. Stud. d. Götting. Ver. VI, 355 (1854). B. u. h. Ztg. 1854. S. 236.

Gelbeisenstein, Limonit und bei Anwendung von Holzkohlen (z. B. Steinrenner Hütte am Harz), seltener erfolgen sie von Spath- und Brauneisensteinen und bei Benutzung von Cokes (A. Nr. 39);

2) solche, welche in der Masse blau gefärbt sind, so dass auch das Pulver diese Färbung hat. Dieselben entstehen besonders in mit Cokes betriebenen Eisenhohöfen, wenn sie allmälig dadurch entglast werden, dass sie eine längere Zeit in der Umgebung von glühenden Cokes gelegen haben. Sie sind schwach durchschimmernd oder undurchsichtig mit unebenem oder muscheligem Bruche, inwendig gewöhnlich grau. Nach WÖHLER dürfte der Grund dieser Färbung in der Bildung eines Ultramarin ähnlichen Körpers liegen, nur dass an die Stelle des Schwefelnatriums Schwefelcalcium getreten und in Folge dessen die Färbung der Schlacke nicht so schön, als die des Ultramarins ist. Letzteres ist ein aus $\dddot{Si}$, $\bar{Al}$ und $\dot{Na}$ bestehendes, durch ein Schwefelsalz von Schwefelnatrium und Schwefeleisen gefärbtes Glas.[1]) Solche blaue Schlacken erzeugen sich besonders gern, wenn man Schlacken von einer gypshaltigen Beschickung langsam abkühlt.

A. Krystallinische und krystallisirte Schlacken.[2]) Analysen krystallisi[rter] Schlack[en]

	$\dddot{Si}$	$\bar{Al}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{Mg}$	$\dot{K}$	$\dot{Na}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Ba}$	S
1.	57,82	6,91	26,11	0,18	1,86	3,96	—	—	—	—	—
2.	59,65	5,54	27,79	2,64	0,99	1,09	—	—	—	—	—
3.	39,99	5,88	20,56	4,03	25,04	2,41	—	—	—	—	—
4.	41,08	10,88	23,76	1,69	20,57	0,58	—	—	—	—	—
5.	41,41	10,56	25,31	1,42	20,66	0,42	—	—	—	—	—
6.	41,49	4,96	26,66	0,44	24,85	1,10	—	—	—	—	—
7.	42,64	6,58	25,35	1,02	21,65	0,34	—	—	—	—	—
8.	43,58	5,12	20,00	5,83	22,18	2,18	—	—	1,11	—	—
9.	39,19	9,52	24,19	3,20	23,88	0,62	—	—	—	—	—
10.	39,03	9,75	24,39	4,35	21,97	0,64	—	—	—	—	—
11.	38,58	11,27	21,55	3,25	24,53	0,82	—	—	—	—	—
12.	36,22	8,14	28,01	2,14	23,52	1,92	—	—	—	—	—

1) ERDM., J. f. pr. Ch. XXIV, 385. DINGL., LXXXIII, 461; LXXXIV, 467; LXXXV, 53, 467; C, 266.

2) KARSTEN, Eisenhüttenkde. 3. Aufl. III, 215. VALERIUS, Handb. d. Roheisenfabr., deutsch v. HARTMANN. Freiberg bei Engelhardt 1851. S. 91, 418. RAMMELSBERG, Metallurgie S. 79 etc.

	$\bar{\bar{S}}i$	$\bar{\bar{A}}l$	$\dot{C}a$	$\dot{F}e$	$\dot{M}n$	$\dot{M}g$	$\dot{K}$	$\dot{N}a$	$\dot{C}a$	$\dot{B}a$	S
13.	36,17	8,17	31,73	2,33	20,74	0,53	—	—	—	—	—
14.	35,37	6,02	28,22	1,26	20,52	0,83	0,58	—	0,70	0,06	0,65
15.	36,63	4,85	25,92	bei $\bar{\bar{A}}l$	19,05	4,71	—	—	—	7,59	0,32
16.	37,22	3,74	27,07	bei $\bar{\bar{A}}l$	20,51	2,84	—	—	—	8,26	0,33
17.	38,54	3,13	29,93	bei $\bar{\bar{A}}l$	11,20	9,17	—	—	—	7,91	0,90
18.	39,02	0,81	24,26	1,85	28,97	0,54	0,36	—	—	1,02	2,90
19.	42,52	0,81	27,63	1,13	26,82	0,52	0,38	—	—	0,91	4,99
20.	43,6	Spr.	17,0	Spr.	26,3	4,8	—	—	—	4,6	1,0
21.	54,90	5,08	20,35	20,79	—	—	—	—	—	—	—
22.	48,20	8,41	37,67	0,97	2,23	0,74	0,75		0,83	—	—
23.	48,87	7,93	38,12	0,91	3,26	0,40	—	0,51	—	—	—
24.	54,69	1,53	23,56	0,07	1,66	15,37	1,15	1,93	—	—	—
25.	55,25	5,71	27,60	1,27	3,18	7,01	—	—	—	—	—
26.	53,37	5,12	30,71	0,95	1,41	9,50	—	—	—	—	—
27.	56,98	5,58	18,87	5,65	—	13,56	—	—	—	—	—
28.	49,73	7,82	40,78	0,31	—	—	—	—	—	—	—
29.	45,0	13,0	34,0	2,0	3,5	0,3	—	—	—	—	0,8
30.	42,06	12,93	32,53	4,94	2,26	1,06	2,69	—	1,03	$\bar{\bar{A}}l^2\bar{\bar{P}}$=0,31	
31.	40,3	14,0	35,0	1,6	1,9	5,7	—	—	—	—	—
32.	38,05	14,11	35,70	1,27	0,40	7,61	1,85	—	0,82	—	—
33.	37,63	12,78	33,46	3,91	2,64	6,64	1.92	—	0 68	—	—
34.	40,6	16,8	32,2	10,4	—	—	—	—	—	—	—
35.	36,6	18,4	35,8	2,0	—	4,8	—	—	—	—	1,0
36.	43,2	12,0	35,2	4,2	—	4,0	—	—	—	—	—
37.	37,91	13,01	31,43	0,93	2,79	7,24	2,60	—	3,65	—	—
38.	39,52	15,11	32,52	2,02	2,89	3,49	1,06	—	2,15	—	—
39.	39,60	12,60	42,85	—	4,30	—	—	—	0,65	—	—
40.	28,32	24,24	40,12	0,27	0,07	2,79	0,64	—	3,38	$\dot{C}a\bar{\bar{S}}$=0,26	
41.	55,67	13,90	22,22	2,12	2,52	2,10	1,78	—	—	—	0,46
42.	42,75	9,09	38,19	2,77	4,64	0,74	0,39	—	—	0,73	—
43.	32,22	27,81	17,35	—	2,67	5,57	3,05	11,30	—	—	—
44.	66,20	10.40	21,00	1,90	0,10	—	—	—	—	—	—
45.	57,61	4,13	22,71	1,12	4,51	9,38	0,39	—	—	Spr.	—
46.	48,1	10,4	31,5	Spr.	3,9	1,0	2,8	1,8	—	—	—
47.	47,55	3,65	36,05	0,14	8,35	1,06	1,02	0,38	—	—	1,50
48.	49,36	8,14	33,07	3,21	5,35	0,87	—	—	—	—	—
49.	45,55	7,12	34,20	2,17	2,35	6,31	—	—	0,86	—	—
50.	43,00	11,61	38,33	3,97	1,00	2,09	—	—	—	—	—
51.	48,64	10,29	32,67	4,28	2,88	1,24	—	—	—	—	—
52.	38,25	8,94	30,68	4,82	8,70	7,36	—	—	—	—	—
53.	53,76	4,76	29,48	1,48	1,30	9,82	—	—	—	—	—
54.	55,808	2,689	24,062	3,272	0,399	13,014	—	—	—	—	—
55.	57,26	2,33	23,66	1,66	1,73	13,23	Spr.	—	—	—	—

	$\dddot{\mathrm{Si}}$	$\bar{\dddot{\mathrm{Al}}}$	$\dot{\mathrm{Ca}}$	$\dot{\mathrm{Fe}}$	$\dot{\mathrm{Mn}}$	$\dot{\mathrm{Mg}}$	$\dot{\mathrm{K}}$	$\dot{\mathrm{Na}}$	$\dot{\mathrm{Ca}}$	$\dot{\mathrm{Ba}}$	S
56.	45,29	8,76	31,68	6,21 (Fe + Mn)		7,24	—	—	—	—	—
57.	45,76	7,43	29,71	0,98	6,92	8,59	—	—	—	—	—
58.	45,18	8,20	30,37	0,77	6,00	8,95	—	—	—	—	0,27
59.	44,65	17,00	20,97	6,40	2,54	6,98	—	0,72	—	—	0,74
60.	44,00	16,69	20,96	6,62	3,09	7,05	—	0,43	—	—	0,16
61.	47,301	11,299	27,698	14,111	—	0,570	—	—	—	—	—
62.	48,53	2,38	24,09	19,359	—	3,392	—	1,9	—	—	—
63.	36,12	6,15	28,22	1,60	—	26,49	0,92	—	—	—	—
64.	33,06	7,70	28,18	5,17	24,53	0,87	—	—	—	—	—
65.	35,79	8,27	23,92	2,82	25,50	0,28	—	—	—	—	1,21
66.	35,64	6,67	25,19	3,69	24,81	0,28	—	—	—	—	1,85
67.	46,88	14,78	32,85	0,63	1,48	1,48	—	—	—	—	—
68.	54,27	9,40	29,30	6,58	—	1,15	—	—	—	—	—
69.	55,41	11,52	28,10	3,08	Spr.	1,89	—	—	—	—	—

1) Koch's Kieselschmelz von Harzer Eisenhütten, fast Trisilicat, meist reguläre sechsseitige Prismen oder Tafeln, Combinationen, die sich auf ein Rhombenoctaëder zurückführen lassen; $3\,\dot{R}\,\dddot{Si} + \bar{Al}\,\dddot{Si}$. Kommt auch auf der Hohenreiner Hütte im Nassau'schen nach Sandberger und zu Neuwerk vor.

2) Gaarschlacke von Ilsenburg am Harze, nach Gibbs, bei grauem Eisen mit Holzkohlen erblasen, glasig, von grauer und bräunlicher Farbe, wird durch Abkühlung steinig und graugelb und lässt dann sechsseitige Tafeln mit abgestumpften Endkanten erkennen; scheint mit Koch's Kieselschmelz identisch zu sein, $= 7\,(\dot{Ca}, \dot{Fe}, \dot{Mg}, \dot{Mn})\,\dddot{Si} + 2\,\bar{Al}\,\dddot{Si}$ oder $\dot{R}$ ($\dddot{Si}$, $\bar{Al}$).

3—11) Hohofenschlacken (amorphe und krystallinische von gleicher Zusammensetzung) von Mägdesprung am Harze, nach Rammelsberg.[1]) In der ein kolophoniumfarbenes durchscheinendes Glas bildenden Grundmasse sind krystallinische Ausscheidungen von grüner Farbe oft so zahlreich vertheilt, dass die Schlacke steinig und krystallinisch erscheint. Die eingewachsenen Krystalle sind anscheinend rechtwinklige Prismen, oft von quadratischem oder rectangulärem Querschnitt, zuweilen Rhomben oder Prismen mit

1) Bgwfd. X, 45, 74; XII, 546. Pogg., LXXIV, 101. B. u. h. Ztg. 1854. S. 68.

zweiflächiger Zuschärfung der Enden, von hellerer Farbe als die übrigen, regelmässig an einander gereihet oder zwillingsartig verwachsen, zuweilen bilden sich auch freistehende, dem zweigliedrigen oder zwei- und eingliedrigen Systeme angehörige Krystalle. Diese Schlacken sind Bisilicate = $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{M}n, \dot{F}e)^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)^2$. 3) Von sehr gaarem Gange, glasige Grundmasse. 4) Desgl., die eingewachsenen Krystalle. 5) Von gaarem Gange, die glasige Grundmasse, Manganaugit. 6) Von sehr gaarem Gange, grün, durchaus steinig und krystallinisch. 7) Von gaarem Gange mit einzelnen aufgewachsenen Krystallen. 8) Gaarschlacke, nach Bromeis. 9) Von halbirtem Gange, glasige Grundmasse, nach Dems. 10) Desgl. krystallinische Ausscheidungen, Manganaugit. 11) Von sehr rohem Gange, leberbraun, steinig, krystallinisch, mit einzelnen aufgewachsenen Krystallen.

12—14) Schlacken von Mägdesprung, welche zuweilen die Eigenschaft haben, nach einigem Erkalten von selbst mit schwachem Geräusch zu Pulver zu zerfallen. 12) Dicht, steinig, hellgrün, beim Zerfallen compact geblieben, nach Rienecker = $\dot{R}^2 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l) = \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)^2 + \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l) = 4\, \dot{R}^3 \dddot{S}i + \ddot{\bar{A}}l\, \dddot{S}i$. 13) Das durch Zerfallen der vorigen Schlacke entstandene grobe, gelbliche Pulver von derselben Zusammensetzung, nach Rienecker. 14) Zerfallene Schlacke späterer Entstehung = $\dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)^2 + 2\, \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l) = 5\, \dot{R}^3 \dddot{S}i + \ddot{\bar{A}}l\, \dddot{S}i$, nach Pearce.

15—19) Blauofenschlacken von Louisenthal im Gothaischen, den vorigen ähnlich. 15) Braune glasige Masse, nach Credner. 16) Hellgrüne quadratische Prismen und Tafeln aus derselben, Sauerstoffverh. 3 : 2 = Halbsilicat, n. Dems. 17) Glasige Schlacke von einer andern Beschickung, nach Dems.; die Zusammensetzung der amorphen und krystallinischen Schlacke ist dieselbe, nämlich = $\dot{R}^2 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)$ oder $\dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)^2 + \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{\bar{A}}l)$. 18) Durchsichtige colophoniumMasse daraus, nach Dems.

Pisogna am Lago Iseo in der Lombardei, 20), vom Verschmelzen von Spatheisenstein auf

weisses Eisen, steinig, hellolivengrün, wie 15—17; Halbsilicat, Sauerstoffverh. 3 : 2.

21) HAUSMANN's Chytophyllit (Blätterschmelz) von Elender und Altenauer Hütte im Harze, theils in krystallisirtem Kieselschmelz eingewachsen, theils in unregelmässig begrenzten Drusenräumen der Schlacken, ähnlich wie manche Disthenabänderungen in bald auseinander-, bald durcheinander laufenden durchscheinenden Blättern und Strahlen von dunkel perlgrauer bis lavendelblauer Farbe und einem zwischen Glas- und Perlmutterglanze stehenden Glanze; nach KNOP's Analyse = ($\dot{F}e$, $\dot{C}a$) ($\dddot{S}i$, $\dddot{A}l$). Kommt nach SANDBERGER auch in den Schlacken der Schelder und Hohenreiner Hütte im Nassau'schen, sowie der Concordiahütte bei Bendorf unweit Coblenz vor.

22 u. 23) Von Sayner Hütte bei Coblenz, hexagonale Tafeln oder Prismen von gelber oder lauchgrüner Farbe, nach SCHNABEL = $3\dot{R}^3\dddot{S}i^2 + \dddot{A}l\,\dddot{S}i = 3\dot{R}(\dddot{S}i, \dddot{A}l) + \dot{R}^3(\dddot{S}i, \dddot{A}l)^2$ (Hornblende). 22) Gelbe Krystalle. 23) Grüne Krystalle; eine ähnliche Schlacke bildet sich nicht selten zur Ilsenburger Hütte am Harze.

24) Von Gammelbola in Westmannland, hinsichtlich ihrer Krystallform und Zusammensetzung mit dem Diopsid übereinstimmend, ein lockeres Aggregat kleiner perlgrauer oder grünlicher Krystalle, nach UHRLAUB = $\dot{R}^3\dddot{S}i^2$.

25 u. 26) Von Olsberg bei Bigge in Westphalen, bei heissem Winde von Roth- und Brauneisenstein gefallen, hellgrau, durchaus krystallinisch, oft in den Formen der Hornblende krystallisirt. 25) Nach RAMMELSBERG. 26) Nach PERCY = $4\dot{R}^3\dddot{S}i^2 + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 = \dot{R}^6(\dddot{S}i, \dddot{A}l)^5 = \dot{R}^3(\dddot{S}i, \dddot{A}l)^2 + 3\dot{R}(\dddot{S}i, \dddot{A}l)$ (Grundmasse für die Krystalle Nr. 53).

27) Von Hofors, krystallinisch, wie Nr. 24, nach LAGERGREEN.

28) Von Oberweiler im Breisgau, durchscheinend blättrig, von graulich weisser Farbe, dem Tafelspath ähnlich, nach WALCHNER = $3\dot{C}a^3\dddot{S}i^2 + \dddot{A}l\,\dddot{S}i + \dot{C}a^3(\dddot{S}i, \dddot{A}l)^2 + 3\dot{C}a(\dddot{S}i, \dddot{A}l)$ (Amphibolsubstanz, ähnlich wie Nr. 22 u. 23).

29 u. 30) Von Charleroi, nach BERTHIER u. PERCY, sechsseitige Tafeln (Nr. 29) auf derb bräunlichgrauer Grundmasse und quadratische Prismen (Nr. 30) $= 3\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + \bar{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}} = 3\,\dot{R}\,(\dddot{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Al}}) + \dot{R}^3\,(\dddot{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Al}})^2$ (Hornblende).

31—39) Cokeshohofenschlacken, im Allgemeinen von der Zusammensetzung des Humboldtiliths[1]) $= 2\,(\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{Fe}}, \dot{\mathrm{Mn}}, \dot{\mathrm{K}})^3\,\dddot{\mathrm{Si}} +$ [illegible] vier- u. achtseitige Prismen aus dichter stei[illegible] von Merthyr-Tydvil in Wales, nach BE[illegible] Quadratische Prismen, oft mit Abstumpfung der [illegible] von Dudley, bei heissem Winde gefallen, na[illegible]) Desgl. bei fehlerhaftem Ofengange durch [illegible] des Windstromes gefallen, nach [illegible] $7\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}}$ [illegible] 4) Desgl., nach BERTHIER; [illegible] von St. Etienne, nach [illegible] Dowles in Wales, nach Dems. 37) Von Dudley, nach FORBES. 38) Von Tipton, nach Dems.; $5\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + 3\,\bar{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$. 39) Von Königshütte in Oberschlesien, blau, nach KARSTEN; $7\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + 3\,\bar{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

40) Von Dawes Hohofen bei Oldbury in England, dünne rechtwinklige vierseitige Tafeln von weisser Farbe, durchscheinend und von der Zusammensetzung des Gehlenits, n. PERCY $= 3\,(\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Mg}})^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + \bar{\mathrm{Al}}^3\,\dddot{\mathrm{Si}}$, nach LINDAUER $14\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + 3\,\bar{\mathrm{Al}}^4\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

41) Von Seraing, nach FORBES, Nr. 29 ähnlich; $9\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}}^2 + 7\,\bar{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

42) Aus einem Cokeshohofen zu Ougrée bei Lüttich, nach MONTEFIORE LEVI; Augitsubstanz $= (\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Mn}}, \dot{\mathrm{Fe}}, \dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{K}})^3\,(\dddot{\mathrm{Si}}, \bar{\mathrm{Al}})^2$ oder $3\,\dot{R}^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + \bar{\mathrm{Al}}\,\dddot{\mathrm{Si}}^2$.

43) Krystallisirte Schlacke von Holzhausen bei Homburg im Hessischen, vom Verschmelzen eines körnigen, thonigen Gelbeisensteins mit Kalkzuschlag. Gehlenitsubstanz $= 2\,(\dot{\mathrm{Ca}}, \dot{\mathrm{Na}}, \dot{\mathrm{Mg}}, \dot{\mathrm{K}}, \dot{\mathrm{Mn}})^3\,\dddot{\mathrm{Si}} + \bar{\mathrm{Al}}^2\,\dddot{\mathrm{Si}}$.

---

1) HAUSM., Beitr. z. metallurg. Krystallkde. S. 39. LIEBIG's Jahresber. $18^{47}/_{48}$. S. 1170.

44) Feldspathschlacke von Veckerhagen, n. Wicke $= (\dot{C}a, \dot{F}e, \dot{M}n)\ \ddot{S}i + \bar{A}l\ \ddot{S}i^3$.

45) Von Russberg bei Temesvar (Banater Grenzbezirk), von Richter analysirt; nach Scheerer Krystalle von der chemischen Constitution und der paramorphosen Structur des Pitkarandits $= 9\ \dot{R}\ \ddot{S}i + \dot{R}^3\ \ddot{S}i^2$.

46—48) Von Concordiahütte am Rhein. 46) Graublaue, feinkörnige, krystallinische Grundmasse von 2,8 spec. Gew. und Feldspathhärte, in welcher krystallinisch blättrige, stets strahlige, kugelige Aggregate von hellbläulichgrüner bis dunkelblaugrauer Farbe liegen (Nr. 47), nach Althans (B. u. h. Ztg. 1856. S. 147). Sauerstoffverh. resp. 30,3 : 11,21 und 26,93 : 12,91; Formeln für 46) $= \dot{R}^3 (\ddot{S}i, \bar{A}l)^2 + \dot{R}\ (\ddot{S}i, \bar{A}l)$ $= 2\ \dot{R}^3\ \ddot{S}i^2 + \bar{A}l\ \ddot{S}i$; Nr. 47 $= \dot{R}^3 (\ddot{S}i, \bar{A}l)^2$. 48) Rehfahlgraue strahlige Schlacken von 2,754 spec. Gew., eine Abänderung des Chytostilbits, beinahe Trisilicat, Sauerstoffverh. 29,95 : 11,74, nach Geuther (Götting. Nachr. 1856. Nr. 12, S. 217).

49) Augitschlacke von Werfen im Salzburg'schen, nach Richter (Leonh., Hüttenerz S. 57).

50) Chytostilbitschlacke von Geislautern, n. Geuther (Götting. Nachr. Nr. 12, S. 208), auseinander laufend strahlig, dunkelblaugrau, spec. Gew. 2,711, Härte 5, Sauerstoffverh. 28,18 : 12,89; ein Kalkamphibol, im Wesentlichen $\dot{R}\ (\ddot{S}i, \bar{A}l) + \dot{R}^3 (\ddot{S}i, \bar{A}l)^2$.

51) Chytostilbitähnliche Schlacke von Königshütte in Oberschlesien, n. Geuther (Götting. Nachr. 1856. Nr. 12, S. 215), strahlig auseinander laufend, grünlich grau, mit Stich ins Braune; spec. Gew. 2,755, Sauerstoffverh. 30,57 : 11,42.

52) Colophoniumbraune Grundmasse, mit porphyrartig eingewachsenen Krystallen, von Friedrichsthal bei Freudenstadt, nach Weydemeier, augitische Grundmasse (Leonh., Hüttenerz. S. 157).

53) Krystallinische Grundmasse für die Augitkrystalle Nr. 25 u. 26 von Olsberg, nach Forbes (Leonh., Hüttenerz. S. 276).

54) Lichtbraune, lebhaft glänzende Krystalle von augitischer Form, dunkel perlgrau, auf krystallinischer Masse auf-

sitzend, von Skis-Hytta in Schweden (LEONH., Hüttenerz. S. 277).

55) Wollastonitkrystalle von Jenbach, nach KOBELL, $= \dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 + \dot{M}g^3 \ddot{S}i^2$. (LEONH., Hüttenerz. S. 281).

56—58) Augitische Schlacken von Ustron im Fürstenthum Teschen, gelblich braun, n. WEYDEMEIER; nach PLATTNER u. RICHTER $= \dot{R}^3 \ddot{S}i^2$, wenn man 3 $\ddot{A}l$ = 2 $\ddot{S}i$ und das Vorhandensein von $\ddot{F}e$ u. [illegible] mmt (LEONH., Hüttenerz. S. 280).

59 u. 60) Schl. vo[illegible] er Hütte am Harze, nach GERDING (B. u. h. [illegible] 129, Nr. 39), quadratische grünlich graue Kryst[illegible] 2 spec. Gew. 60) Bräunliche poröse Schlacken, [illegible] krystallisirt, spec. Gew. 2,482, beide = 3 $\dot{R}$ [illegible] i.

61 u. 62) Kryst[illegible] acken, (Humboldtilithsubstanz), gefallen beim Vers[illegible] von Eisenfrischschlacken auf Roheisen zu Altenauer Hütte am Harze, n. BARGUM.

63—66) Anderthalbsilicate von Mägdesprung. 63) Tetragonale zerfallende Schlacke, n. RAMMELSBERG. 64) Monoklinoëdrische Krystalle aus einer hellgrünen Schlacke, nach LÜDERS. 65) Ebensolche Krystalle aus einer schwarzbraunen Schlacke von rohem Ofengange, nach Dems. 66) Tetragonale Krystalle aus derselben Schlacke, nach Dems. Allgem. Formel $4\,\dot{R}^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$ oder $\dot{R}^2 \ddot{S}i$, wenn man 3 $\ddot{A}l = 2\,\ddot{S}i$ annimmt. (GURLT, pyrogen. Min. S. 16).

67) Hohofenschlacken von Borbeck in Westphalen, wie Pitkarandit $= 9\,\dot{R}(\ddot{S}i, \ddot{A}l) + \dot{R}^3(\ddot{S}i, \ddot{A}l)^2$.

68) Kieselschmelz von Harzer Hütten, nach LIMPRICHT.

69) Desgl. von Neuwerk im Braunschweigischen, n. KNOP.

Nach ihrem Kieselsäuregehalt lassen sich vorstehende Schlacken in folgende Ordnung bringen:

1. Holzkohlenofenschlacken.

Schl.	mit	66 %	$\ddot{S}i$.	Nr.	44.
„	„	59,65—53,37	„	„	2, 1, 45, 55, 27, 54, 69, 25, 21, 24, 68, 53, 26.
„	„	49,73—41,08	„	„	28, 48, 23, 62, 22, 46, 47,

61, 57, 49, 56, 58, 29, 59, 60, 20, 8, 50, 7, 19, 30, 6, 5, 4.

Schl. mit 39,99—32,22 „ „ 3, 9, 18, 10, 11, 17, 52, 16, 15, 12, 13, 63, 65, 66, 14, 64, 43.

2. Cokeshohofenschlacken.

Schl. mit 55,56 % S̈i. Nr. 41.
„ „ 48,64—40,3 „ „ 51, 67, 36, 42, 34, 31.
„ „ 39,69—36,6 „ „ 39, 38, 32, 37, 33, 35.
„ „ 28,32 „ „ 40.

B. Amorphe Schlacken.

1. Schlacken aus Holzkohlenhohöfen.

S̈i	Äl	Ċa	Ṁg	Ḟe	Ṁn	K̇	Ṅa	Ċu	T̈i	S	P̈
44,4	17,0	28,4	1,6	4,4	0,20	—	—	—	—	—	—
45,4	18,2	27,4	2,4	4,5	—	—	—	—	—	—	—
50,0	18,6	26,4	2,0	2,4	—	—	—	—	—	—	—
39,0	26,0	19,6	2,4	5,0	—	—	—	—	—	—	—
55,2	19,2	19,2	1,4	3,4	1,4	—	—	—	—	—	—
50,2	12,6	35,4	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—
60,0	7,4	20,6	7,2	3,0	3,6	—	—	—	—	—	—
56,0	6,5	13,0	9,3	5,0	9,5	—	—	—	—	—	—
58,0	1,0	15,0	8,0	10,0	10,0	—	—	—	—	—	—
71,0	2,5	7,2	5,2	5,0	6,5	—	—	—	—	—	—
52,0	5,0	30,2	5,2	1,6	4,7	—	—	—	—	—	—
47,0	23,9	20,6	—	4,0	3,0	—	—	—	—	—	—
40,4	16,8	27,2	1,2	21,0	0,8	—	—	—	—	—	—
59,8	5,7	19,9	11,9	2,0		—	—	—	—	—	—
58,60	6,62	19,35	10,46	1,68	2,81	—	—	—	—	—	—
61,06	5,38	19,81	7,12	3,29	2,63	—	—	—	—	—	—
58,1	5,1	18,0	13,3	1,0	4,1	—	—	—	—	—	—
31,1	8,9	14,1	34,2	1,0	4,4	—	—	—	—	9,0	—
70,12	6,25	19,71	0,7	1,45	1,4	—	—	—	—	—	—
49,57	9,0	—	15,15	0,04	25,84	—	—	—	—	—	—
48,39	6,66	—	10,22	0,06	33,96	—	—	—	—	—	—
37,8	2,1	—	8,6	21,5	29,2	—	—	—	—	—	—
52,8	3,4	5,6	9,0	1,4	26,2	—	—	—	—	—	—
57,0	10,6	5,6	13,8	6,8	5,4	—	—	—	—	—	—
45,4	4,6	4,2	8,6	1,8	33,4	—	—	—	—	0,7	—
52,8	0,4	5,6	9,0	1,4	26,2	—	—	—	—	1,6 u. Verl.	—
49,57	9,00	—	15,15	0,14	25,84	—	—	—	—	0,20 u. Verl.	—
37,8	2,1	—	8,6	21,5	29,2	—	—	—	—	0,8 u. Verl.	—

	Si	Al	Ca	Mg	Fe	Mn	K	Na	Cu	Ti	S	P
29.	40,87	10,64	15,30	5,50	6,50	9,38	Ca 1,81	—	—	—	—	—
30.	47,15	9,87	10,40	3,40	18,10	9,42	Ca 1,06	—	—	—	—	—
31.	52,0	4,0	18,0	9,0	4,0	18,0	—	—	—	—	—	—
32.	40,6	9,8	11,9	2,4	25,6	8,9	—	—	—	—	—	—
33.	41,8	9,6	18,5	3,8	17,8	7,9	—	—	—	—	—	—
34.	49,4	9,0	14,5	15,0	9,1		—	—	—	—	—	—
35.	44,4	10,9	22,3	8,4	12,0		—	—	—	—	—	—
36.	50,8	3,3	20,4	8,5	17,6		—	—	—	—	—	—
37.	58,94	11,32	18,65	0,28	8,83	0,45	—	—	—	—	—	—
38.	59,42	14,94	19,79	0,11	6,08	Spr.	—	—	—	—	—	—
39.	53,79	13,04	25,67	0,57	2,44	2,20	—	—	—	—	—	—
40.	57,16	5,48	28,38	2,82	1,99	2,77	K, P u. Verl.	1,0	0,40	—	—	—
41.	57,6	7,2	29,5	2,5	1,4	1,6	—	—	0,4	—	—	—
42.	49,0	21,8	24,0	Spr.	2,1	0,6	0,7	0,7	—	—	Spr.	—
43.	54,1	6,7	26,9	—	0,2	11,6	—	—	—	—	0,5	—
44.	27,48	25,78	25,47	0,41	0,91	2,59	—	—	—	6,70	—	1,6
45.	45,31	10,76	31,77	2,57	2,29	3,07	0,34		—	—	0,91	1,51
46.	49,02	17,86	20,43	6,35	3,71	—	—	—	—	—	—	—
47.	49,01	7,46	15,10	16,24	9,74	1,80	—	—	—	—	—	—
48.	56,00	7,37	14,78	12,31	8,78	Spr.	—	—	—	—	—	—
49.	51,44	3,66	18,82	17,73	4,30	4,12	—	—	—	—	—	—
50.	29,0	6,3	23,4	15,7	23,7	1,4	—	—	—	—	—	—
51.	49,1	7,0	22,5	6,3	5,9	8,8	—	—	—	—	—	—
52.	47,300	1,660	24,340	22,860	0,991	1,400	0,621	0,300	0,040	—	0,070	Spr.
53.	46,371	4,301	33,640	7,400	0,950	1,860	0,089	0,138	Spr.	—	0,030	Spr.
54.	60,44	3,27	19,73	7,01	4,89	4,28	—	—	—	—	0,36	—
55.	49,70	9,10	16,20	10,30	3,70	10,80	—	—	—	—	0,40	2,0
56.	45,08	7,72	28,22	1,78	1,87	13,01	Ba 0,23	—	—	—	0,755	—
57.	60,65	9,67	22,13	0,35	2,72	2,61	—	—	—	—	0,066	—
58.	58,8	8,94	22,51	0,8	3,92	3,25	—	—	—	—	—	—
59.	62,5	9,2	17,8	0,5	3,1	3,9	—	—	—	—	—	—
60.	59,2	12,86	21,21	1,35	2,13	1,04	—	—	—	—	0,11	—
61.	56,67	2,58	28,24	1,49	6,96	2,07	—	—	—	—	0,138	—
62.	59,42	3,40	26,01	1,91	2,26	7,22	—	—	—	—	0,083	—
63.	53,43	10,05	32,19	2,33	1,66	0,40	—	—	—	—	0,22	0,1
64.	54,55	7,12	18,71	—	8,64	8,25	2,73	—	—	—	—	—
65.	50,400	6,710	17,382	1,850	14,723	4,623	4,310	—	—	—	—	—
66.	54,00	6,60	25,98	0,40	8,64	2,32	2,06	—	—	—	—	—
67.	50,00	10,76	13,76	5,88	5,90	13,70	—	—	—	—	—	—
68.	70,23	6,37	20,41	—	0,15	2,70	—	—	—	—	—	—
69.	[illegible]	[illegible]	24,56	0,28	9,20	4,80	—	—	—	—	—	—
			[illegible],68	1,00	3,78	—	—	—	—	—	—	—
			1,70	6,25	22,01	26,74	—	—	—	—	—	—
			[illegible],14	4,06	21,16	29,64	—	—	—	—	—	—

1) Schlacken von Grossouvre von Bohnerzen, dicht, glasig, grünlich grau, leichtflüssig, nach BERTHIER; 5 Ṙ³ S̈i² + 4 Äl S̈i. 2) Von Vienville, aus sehr thonigen Bohnerzen, dicht, blasig, glasartig, durchscheinend, olivengrün, nach Dems.; 5 Ṙ³ S̈i² + 4 Äl S̈i. 3) Aus der Dordogne aus Thoneisenstein, glasig, durchscheinend, hellolivengrün, leichtflüssig, n. Dems.; Ṙ³ S̈i² + Äl S̈i. 4) Von Bruniquel, aus Bohnerzen und Thoneisenstein, dicht, grünlich grau, nicht vollständig geflossen, n. Dems.; 2 Ṙ³ S̈i + 3 Äl S̈i. 5) Von Charbonière bei Nevers, steinig, grau, n. Dems.; 7 Ṙ S̈i + 9 Äl S̈i. 6) Von Ancy-le-France, aus Bohnerzen, dicht, gut verglast, grünlich grau, n. Dems.; 2 Ṙ³ S̈i² + Äl S̈i. 7) Von Framont, aus Roth- und Brauneisenstein, dicht, gut verglast, blasig, bläulichgrau, blaugestreift, n. Dems.; 3 Ṙ S̈i + Äl S̈i³. 8) Von Allevard, aus Spatheisenstein, blasig, grünlich u. bläulich grau, n. Dems.; 3 Ṙ⁶ S̈i + 2 Äl S̈i. 9) Von St. Helena in Savoyen, aus Spatheisenstein, schwarz, blasig, sehr leicht, vom Rohgange, n. Dems. 10) Desgl. von übergaarem Gange, schmutzig gelblich grau, porös und nicht völlig verglast; 11 Ṙ³ S̈i⁵ + 2 Äl S̈i⁴. 11) Von Pinsot, aus Spatheisenstein, gleichartig, hellolivengrün, steinig-krystallinisch, n. Dems.; 5 Ṙ³ S̈i² + Äl S̈i. 12) Von Bauttancourt, aus Spatheisenst., theils glasig, theils steinig, n. Dems.; 2 Ṙ³ S̈i² + 3 Äl S̈i. 13) Aus der Normandie, aus Spatheisenstein, theils glasig, theils steinig, erbsengelb, aufgeblasen, vom Rohgange, n. Dems. 14) Von Gesberg in Schweden, von Magneteisenstein, glasig, durchsichtig und sehr flüssig, n. BERTHIER, 2 Ṙ⁶ S̈i⁵ + Äl S̈i². 15) Ebend., weiss, mit Zeichen krystallin. Textur, n. OENGREEN = (Ṁg, Ḟe, Ṁn)³ S̈i² + 3 Ċa S̈i. 16) Desgl. von Sjögren, hellgrün, etwas blasig, emailartig, n. BERTHIER, 2 Ṙ⁶ S̈i⁵ + Äl S̈i². 17) Von Edsbra in Schweden, gaar, n. FOLLIN; 2 Ṙ⁶ S̈i⁵ + Äl S̈i².

(Sonstige Analysen von schwed. Schl. in ERDM. J. f. ök. Ch. IV, 106; V, 84). 18) Von Ekersholm in Smaland aus Taberger Magneteisenstein, sehr blasig, isabellgelb, wenig flüssig, sehr titanhaltig, n. ZACHRISSON; $3\,\dot{R}^9\,\bar{\bar{S}}i^2 + 2\,\bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i$. 19) Von Peitz in der Neumark, aus Raseneisenstein, bläulich weiss, glasig, an den Kanten durchscheinend, n. KARSTEN; $11\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i^5 + 5\,\bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i^2$.

20—30) Aus dem Siegen'schen, aus Spath- und Brauneisensteinen. 20) Bei dem hitzigsten Ofengange erzeugt, wobei graues Eisen erfolgt, n. KARSTEN. 21) Bei Gaargang und Bildung von Spiegeleisen erzeugt, n. Dems.; $4\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i^2 + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i$. 22) Bei Rohgang erzeugt, wobei sich weisses Roheisen mit geringem Kohlenstoffgehalt bildet. 23) Aus Spatheisenstein, theils steinig, theils glasig, gut geschmolzen, bei Bildung von Spiegeleisen, n. BERTHIER; $7\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i^2 + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i^3$. 24) Bei etwas Rohgang gefallen, steinig u. glasig, bouteillengrün. 25) Vom Gaargange, sogenannte schweflige Schlacke, blasig, hellölgrün, mit Säuren HS entwickelnd; $6\,\dot{R}^2\,\bar{\bar{S}}i + \bar{A}l^2\,\bar{\bar{S}}i^3$. 26) Von Lohhütte, grün, mit Spiegeleisen gefallen, n. BERTHIER; $\dot{R}^6\,(\bar{\bar{S}}i, \bar{A}l)^5$. 27) Gaarschlacke von Hammhütte, n. KARSTEN; $3\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i^2 + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i$. 28) Rohschlacke ebend., nach Dems. 29) Mit melirtem Holzkohleneisen gefallen, isabellgelb mit grünlichen Punkten und fast ganz steinig, n. HOCHMUTH. 30) Desgl. von weissem Eisen, leberbraun, fast schwarz und sehr porös, n. Dems.

31—36) Schlacken aus Steyermark. 31) Aus Spatheisenstein, n. GUENYVEAU, grau, aus verwachsenen Nadeln bestehend; $6\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i^2 + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i^2$. 32) Von Eisenerz aus Steyermark, n. MRAZEK; $3\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i^2$. 33) Von Hieflau, n. Dems: [illegible] $+ \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i^2$. 34) Von Neuberg, bei einer Be[illegible] Kalkzuschlag, n. Dems; $3\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i^2 + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i$. [illegible] chlag von 8 % Kalk; $12\,\dot{R}^3\,\bar{\bar{S}}i + 5\,\bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i^2$. [illegible] 12 % Kalk; Gemenge von [illegible] $i^2 + \bar{A}l\,\bar{\bar{S}}i$.

37 u. 38) Von Steinrenner Hütte am Harze, vom Rohgange, erstere grün, letztere schwarz, n. BODEMANN.

39) Von Rübeland am Harze, grün, glasig, mit halbirtem Eisen gefallen, n. RAMMELSBERG; $3\dot{R}^3\bar{Si}^2 + 2\bar{Al}\bar{Si}^2$.

40 u. 41) Von Ilsenburger Hütte am Harz, n. ROTH $= \dot{R}\bar{Si}$; Nr. $40 = 2\dot{R}^6\bar{Si}^5 + \bar{Al}\bar{Si}^2$ und Nr. $41 = 3\dot{R}^3\bar{Si}^2 + \bar{Al}\bar{Si}^3$.

42) Von Bley, Depart. Haut-Saône, gut verglast, dunkelgrün und veilchenblau, mit Graphitblättchen an der Oberfläche, sehr strengflüssig und bei Darstellung von grauem Eisen gefallen, nach DROUAT; $3\dot{R}^3\bar{Si}^2 + \bar{Al}\bar{Si}$.

43) Von Königshütte in Oberschlesien, grün, undurchsichtig, glasig, n. KARSTEN.

44) Bimsteinschlacke von Concordiahütte, nach HESS.

45) Obsidianschlacke von Friedrichsthal bei Freudenstadt in Würtemberg, n. HESS. (LEONH., Hüttenerz. S. 175).

46) Haarschlacke von Kandern, nach RHODE (ibid. S. 178).

47—50) Schlacken von Lietzen in Steyermark. 47) Innere Masse, theils lichtgrün, steinig, fast körnig u. undurchsichtig, n. SCHENZL. 48) Ihre Rinde, glasig, durchscheinend bis durchsichtig, grün ins Braune ziehend, n. Dems. 49) Lavendelblaue Schl., mit Stich ins Grüne, emailartig im Innern. Bruch muschelig, durchscheinend bis undurchsichtig, n. Dems. 50) Schl. von zu hitzigem Gange, wobei Versetzungen und Rohgang stattfand, schwarz und löcherig, n. MAYRHOFER.

51) Schl. von Vordernberg, dunkel, etwas durchscheinend, von gutem Gange bei luckigem Eisen, n. MAYRHOFER.

52—55) Schl. von schwedischen Eisenhütten. 52 u. 53) Schl. von Danemorabeschickung zu Edsken, letztere für Bessemerroheisen; Sauerstoffverh.: 24,560 : 17,531 und 24,077 : 16,718. 54) Geschützroheisenschlacken von Finspang, durchscheinend, bläulich oder grünlich grau, emailartig, fadenziehend; Sauerstoffverh. 31,27 : 11,82. 55) Schl.

aus **Dalekarlien**, von phosphorhaltigen Erzen (B. u. h. Ztg. 1857. S. 262, 374; Oest. Ztschr. 1860. Nr. 47).

56—60) Schl. von **Heinrichshütte** bei Lobenstein, nach EBERMAYER. 56) Schl. von weissem Eisen bei warmem Wind, glasig, grüngelb, Sauerstoffverh. 23,8 : 14,47 = $6\,\dot{C}a^3\,\dddot{S}i + \dddot{Al}\,\dddot{S}i^2$. 57) Normalschl. von grauem Eisen, bei heissem Wind und gutem Gange, Sauerstoffverh. 32,1 : 12,1 = $6\,\dot{C}a\,\dddot{S}i + \dddot{Al}\,\dddot{S}i^2$. 58) Bei kaltem Wind erblasen, grün, Sauerstoffverh. 31,1 : 12,15. 59) Ausgesuchte Stücke einer blauen Schlacke, Sauerstoffverh. 33,1 : 11,06. 60) Gute Schlacke, zäh, blassviolett, glasglänzend, Sauerstoffverh. 31,86 : 14,32 = $7\,\dot{C}a\,\dddot{S}i + \dddot{Al}^2\,\dddot{S}i^3$.

61 u. 62) Schl. von **Alexishütte** bei Lingen, n. BRAUNS.

63) Schl. von **Königshütte** am Harze, n. BUCHRUCKER.

64 u. 65) Schl. von **Gaya** in Mähren, von weissem Roheisen, erstere colophonfarbig und nahe Bisilicat, letztere dunkelblaugrau und Bisilicat, beide von vorübergehendem Rohgang, nach v. REICHENBACH.

66) Schl. von **Strazowitz** bei Gaja, grünlichgelb, zwischen Bi- u. Trisilicat, von weissem, kieselreichem Roheisen, nach v. REICHENBACH.

67) Schl. von Radwerk Nr. 4, in Verbindung mit schwarzgrauem Roheisen gefallen, nach MAYRHOFER, Sauerstoffverh. 26 : 15,57.

68) Von **Rothau**, aus Sphärosideriten, bläulich weiss, emailartig, von grauem Roheisen, nach KLASEK; $11\,\dot{R}^3\,\dddot{S}i^5 + 5\,\dddot{Al}\,\dddot{S}i^2$.

69) Ebend., weisslichgrau bis schwärzlich, bimsteinartig nach KLASEK; $3\,\dot{R}^3\,\dddot{S}i^2 + \dddot{Al}\,\dddot{S}i^2$.

70) Ebend., weiss bis lichtgrau, steinig, zerknisternd, hitzig, nach BELOHLAVEK: $5\,\dot{R}^3\,\dddot{S}i^2 + \dddot{Al}^2\,\dddot{S}i$.

71) Ebend., dunkelleberbraun, glasig mit blauen Schattirungen, nach KLASEK: $\dot{R}^6\,(\dddot{S}i\,\dddot{Al})^3$.

72) Ebend., aus Sphärosideriten und Rotheisensteinen, dunkelgrünlich, blau; $\dot{R}^6\,(\dddot{S}i, \dddot{Al})^3$.

Nach ihrem Kieselsäuregehalt lassen sich diese Schlacken folgendermassen zusammenstellen:

Schl. mit 71,00—71,12 % S̈i. Nr. 10, 68, 19.
„ „ 62,5—60,0 % „ „ 59, 16, 57, 54, 7.
„ „ 59,8—50,0 % „ „ 14, 38, 60, 37, 58, 15, 17, 41, 40, 57, 61, 8, 48, 5, 64, 69, 43, 66, 39, 63, 9, 31, 23, 32, 33, 49, 36, 65, 6, 3, 67.
„ „ 49,7—40,0 % „ „ 55, 27, 20, 34, 46, 47, 42, 51, 21, 70, 52, 30, 47, 53, 45, 25, 2, 56, 35, 33, 32, 29, 13.
„ „ 39,0—31,7 % „ „ 4, 71, 22, 72, 18.
„ „ 29,0—27,5 % „ „ 50, 44.

2. Schlacken aus Cokeshohöfen.

	S̈i	Āl	Ċa	Ṁg	Ḟe	Ṁn	K̇	S	Ċa	P̈
1.	35,4	16,2	38,4	1,5	1,2	2,6	—	1,4	—	—
2.	88,8	15,2	37,0	3,2	4,4	—	—	0,8	—	—
3.	46,6	18,8	28,3	—	1,8	2,6	—	1,2	—	—
4.	33,5	19,0	43,0	1,0	1,0	1,0	—	1,0	—	—
5.	45,0	15,8	30,8	3,8	3,1	—	—	0,11	—	—
6.	40,12	15,37	36,02	—	1,25	5,80	2,25	0,70	—	—
7.	40,44	15,38	33,10	—	1,63	4,40	2,07	0,76	—	—
8.	43,40	12,20	18,13	4,5	10,99	5,8	—	—	8,97	—
9.	45,0	8,0	43,0	0,8	0,3	2,1	—	0,7	—	—
10.	44,0	8,4	42,7	1,8	0,8	2,0	—	0,3	—	—
11.	47,0	7,8	40,0	1,2	0,4	2,9	—	0,7	—	—
12.	40,0	10,8	42,0	1,2	4,0	1,6	—	0,4	—	—
13.	44,2	8,9	43,0	0,6	0,6	1,8	—	0,9	—	—
14.	45,4	1,8	50,0	1,2	0,2		—	1,4	—	—
15.	46,60	15,8	10,80	2,28	7,56	3,4	2,40	—	11,7	—
16.	55,77	13,99	22,22	2,10	2,12	2,52	1,78	—	—	—
17.	46,46	18,8	25,6	3,5	2,8		—	0,7	—	—
18.	28,8	12,3	56,3	0,55	0,7	—	—	1,15	C0,5	—
19.	43,62	9,32	26,54	0,79	1,69	16,95	Ḃa 3,54	1,13	—	—
20.	89,4	6,93	25,35	0,16	1,71	18,6	Ḃa 2,95	1,73	—	—
21.	40,3	6,55	28,36	2,23	1,34	13,9	Ḃa 1,21	1,8	—	—
22.	37,45	9,35	34,72	0,13	1,09	11,82	Ḃa 0,21	2,21	—	—
23.	87,00	6,277	37,268	—	1,506	10,636	Ḃa 1,492	3,752	—	—

	$\bar{Si}$	$\bar{Al}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{K}$	S	$\dot{Ca}$	$\ddot{\bar{P}}$
24.	34,25	16,70	38,81	1,53	0,84	1,51	1,21	—	5,48	—
25.	34,25	15,97	43,53	2,27	1,99	—	—	—	3,35	—
26.	31,32	19,96	44,35	—	—	—	—	1,87	—	—
27.	33,68	19,60	39,89	—	—	—	—	1,52	—	—
28.	44,0	8,0	38,5	1,3	5,7	—	—	1,4	—	—
29.	53,0	6,0	36,0	—	4,9	—	—	—	—	—
30.	48,5	7,0	39,1	—	5,3	—	—	—	—	—
31.	45,5	8,0	37,5	1[illegible]	[illegible]	—	—	1,3	—	—
32.	39,95	17,41	29,64	6[illegible]	[illegible]	0,91	1,46	—	3,60	Spr.
33.	40,20	16,45	30,0[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,84	1,30	—	2,71	Spr.
34.	41,64	13,20	35,[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,74	1,70	—	2,19	Spr.
35.	42,94	16,29	31,10	[illegible]	[illegible]	0,51	1,87	—	2,16	Spr.
36.	45,64	10,84	35,0[illegible]	[illegible]	[illegible]	Spr.	0,82	—	3,30	Spr.
37.	41,11	9,46	37,9[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,61	0,71	—	0,41	Spr.
38.	41,11	13,45	29,82	[illegible]	[illegible]	0,66	1,84	—	1,34	0,15
39.	37,84	13,20	20,68	[illegible]	[illegible]	0,80	1,08	—	0,87	1,77
40.	50,7	13,0	20,5	[illegible]	[illegible]	3,1	—	1,0	—	—
41.	43,75	13,70	40,[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	—
42.	50,00	23,00	27,[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	—
43.	20,02	30,00	39,06	4,38	3,86	0,21	Spr.	—	1,43	Spr.
44.	34,90	5,80	50,63	0,93	6,52	1,04	—	0,08	—	0,10 P
45.	50,1	16,2	25,2		8,5		—	—	—	—
46.	41,0	17,0	32,5	—	—	7,0	—	—	—	—
47.	40,45	17,00	40,00	Spr.	2,04	0,05	—	—	—	—
48.	32,30	16,18	40,51	2,81	0,53	0,68	1,34	—	—	—
49.	35,35	16,06	39,98	0,85	1,09	1,67	1,58	—	—	—
50.	35,16	16,24	38,46	1,49	0,99	1,41	1,24	—	—	—
51.	34,18	18,30	36,38	0,99	0,76	2,29	0,69	—	—	—

1) Von Dowlais bei Merthyr Tydvill, von schlechtem Ofengang, schwarz, undurchsichtig und mit Säuren S H entwickelnd, n. Berthier; $\dot{R}^3 (\bar{Si}, \bar{Al})^2 = 5 \dot{R}^3 \bar{Si} + \bar{Al}^3 \bar{Si}^2$. 2) Von Chanon St. Etienne, auf dem Bruche schimmernd, schmutzig braun, bei Spiegeleisen vom gaaren Gange gefallen, n. Dems.; $\dot{R}^3 (\bar{Si}, \bar{Al})^2 = 9 \dot{R}^3 \bar{Si} + 5 \bar{Al} \bar{Si}$. 3) Von Hayange, glasig, lichtgrau, durchscheinend, n. Dems.; $\dot{R}^9 (\bar{Si}, \bar{Al})^{11} = 4 \dot{R}^3 \bar{Si}^2 + \bar{Al}^4 \bar{Si}^3$. 4) Desgl. bei erhöhtem Kalksteinzuschlage, n. Dems.; $\dot{R}^3 (\bar{Si}, \bar{Al})^2 = 3 \dot{R}^3 \bar{Si} + \bar{Al}^2 \bar{Si}$. 5) Von Charleroi, dicht, undurchsichtig, bläulich grau, n. Dems.; $\dot{R} (\bar{Si}, \bar{Al}) = 3 \dot{R}^6 \bar{Si}^3 + \bar{Al} \bar{Si}$. 6 u. 7) Von Gleiwitz, n. Karsten und Elsner, gelatiniren mit Salzsäure

stark und geben mit Kalk einen hydraulischen Mörtel, $= 2(\dot{C}a^3 \dddot{S}i \ddot{A}l + \dddot{S}i) + \dot{C}a^3 \dddot{S}i^2$.

8) Schlacke von Siegen'schem grauen Cokesroheisen, gut geflossen, glasig, mit flachmuscheligem Bruche und lauchgrüner Farbe, n. HOCHMUTH; $\dot{R} (\dddot{S}i, \ddot{A}l) = \dot{R}^3 \dddot{S}i + \ddot{A}l \dddot{S}i$.

9—14) Schlacken von Séraing, n. COSTE; $\dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)^2 = 2 \dot{R}^3 \dddot{S}i + \ddot{A}l \dddot{S}i$. 9) bei Roheisen zum Giessereibetrieb und 10—14) bei Frischroheisen gefallen; 14) von schlechtem Gange, die übrigen von gewöhnlichem Gange; $\dot{R}^2 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)$.

15) Schlacke ebend., n. SCHMIDT, bei Frischroheisen gefallen; $\dot{R}^6 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)^9 = 9 \dot{R}^3 \dddot{S}i^2 + 4 \ddot{A}l^3 \dddot{S}i^3$.

16) Ebend., braun, porös, n. FORBES.

17) Normalschlacke von Gleiwitz.

18) Schlacke von Königshütte in Oberschlesien, bei gleichzeitiger Erzeugung von Zink und Roheisen n. SCHMIDT's Methode erhalten, n. MEYER, zerfällt zu Staub; $3 \dot{C}a^2 (\dddot{S}i, \ddot{A}l) + \dot{C}a^3 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)$.

19—23) Schl. von Heinrichshütte bei Lobenstein, n. EBERMAYER. 19) Mit Holzkohlen und Cokes bei grauem Eisen gefallen, Sauerstoffverh. 23,53 : 12,27 $= \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)^2$. 20) Weisseisenschlacken mit Holzkohlen und Cokes erblasen, schmutzig braun, Sauerstoffverh. 24 : 12,02 $= \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)^2$. 21) Weisseisenschlacke mit Holzkohlen u. Cokes, glasig, bräunlich, Bisilicat. 22 u. 23) Weisseisenschlacken, mit Cokes allein erblasen, erstere glasig und letztere blasig und braun in Folge der Verschiedenheit der Cokes, erstere Bisilicat, letztere Gemenge von Singulo- und Bisilicat $= \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)^2 + \dot{R}^3 (\dddot{S}i, \ddot{A}l)$ [B. u. h. Ztg. 1857. S. 344; 1858. S. 388].

24) Schl. bei grauem Roheisen und 300° C. erhitztem Wind von Henrichshütte bei Hattingen in Westphalen, aus Kohleneisenstein, annähernd Bisilicat, wenn man die Thonerde zur Kieselsäure rechnet; Sauerstoffverh. 25,65 : 12,36 (B. u. h. Ztg. 1858. S. 231).

25) Schl. von Porta-Westphalicahütte, aus Kohlen-

eisenstein, der vorigen nahe gleich (B. u. h. Ztg. 1858. S. 156), n. EGLINGER.

26 u. 27) Schlacke von Hässlinghäuser Hütte bei grauem und halbirtem Eisen aus Kohleneisenstein = $\dot{C}a^3 (\dddot{S}i, \bar{\ddot{A}}l)^2$ oder $4\,\dot{C}a^3\,\dddot{S}i + \bar{\ddot{A}}l\,\dddot{S}i$ (B. u. h. Ztg. 1858. S. 87).

28—21) Schl. von Alais, nach GARNIER, mit heissem und kaltem Wind, mit Cokes und Kohlen in verschiedenen Verhältnissen erfol ttenerz. S. 104).

32—39) Schlack fordshirer Hohöfen, von WRIGHTSON alv wirkung der erhitzten Luft auf den Pho h en nachzuweisen (B. u. h. Ztg. 1856. S. 73). i kalter Luft bei grauem Eisen. 34 u. 35) Luft und grauem Eisen. 36) Bei heisser Lu erzen bei grauem Eisen. 37) Desgl. aus Pudd n. 38) Weisseisenschlacke, sehr flüssig, mit d schwarzem Bouteillenglas. 39) Desgl. bei sehr schlechtem Gang aus Bohnerzen.

40) Schl. von Witkowitz, von halbirtem Gang, nach MAYRHOFER.

41) Von Dawles, vom dunkelgrausten Roheisen, nach MAYRHOFER.

42) Mittlere Zusammensetzung der in England und Belgien bei heissem Winde mit Giessereiroheisen fallenden Schlacke, n. MAYRHOFER.

43) Von Hörde, nach MAYRHOFER, Sauerstoffgeh. von $\dddot{S}i$ u. $\bar{\ddot{A}}l$ zu den Basen 24,41 : 13,35.

44) Von Witkowitz, nach MAYRHOFER, in dicken Stücken beinahe schwarz, aber an den Kanten durchsichtig und lichtgrün.

45) Von Blansko in Mähren, n. MAYRHOFER.

46) Von Kladno, n. JACOBI.

47) Ebend., nach Dems.

49—51) Von Henrichshütte aus Blackband und Spatheisenstein, hellgrau, fast weiss, steinig, bei grauem Roheisen, n. PETERS; $\dot{R}^3 (\dddot{S}i, \bar{\ddot{A}}l)^2 = 4\,\dot{R}^3\,\dddot{S}i + \bar{\ddot{A}}l^2\,\dddot{S}i$.

Nach ihrem Kieselsäuregehalte ordnen sich obige Schlacken in folgender Reihe zusammen:

Schl. mit 55,77—50,00% $\dddot{Si}$. Nr. 16, 29, 40, 45, 42.
„ „ 48,5—40,0 „ „ 30, 11, 15, 3, 17, 36, 31, 14, 9, 5, 13, 10, 28, 33, 19, 8, 35, 34, 37, 38, 46, 47, 21, 33, 7, 6, 12.
„ „ 39,9—31,3 „ „ 32, 20, 2, 22, 39, 23, 1, 49, 50, 44, 24, 25, 51, 27, 4, 48, 26.
„ „ 28,0—20,0 „ „ 18, 43.

3. Schlacken aus Steinkohlen- und Anthracithohöfen.

	$\dddot{Si}$	$\bar{\dddot{Al}}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mn}$
1.	35,34	20,47	38,72	1,35	5,39

1) Schlacke der Eisenwerke Gartsherrie u. Govan in Schottland, nach SCHWARZ (Polyt. Centr. 1856. S. 998); $\dot{R}^6(\dddot{Si}, \bar{\dddot{Al}})^5 = \dot{R}^3\dddot{Si} + \bar{\dddot{Al}}\dddot{Si}$.

ANHANG.

Tabelle I.

…uivalente, specif. Gewicht, specif. … …ngenausdehnung, cubische Ausdeh… und Sch… … der Elemente.

…rundstoffe		Aequivalente H = 1.	Specif. Ge… bei Wass… 4° C = … *) Luft = 1	…if. …me … = 1.	Längenausdehnung bei 0-100° C.	Cubische Ausdehnung für 1° C.	Schmelz… Grad
Aluminium	Al	13,7	2,670	…143			
Antimon	Sb	120,3	6,718 (17°)	…508	1/923	0,000033	512
Arsen	As	75,0	5,690	0,0814			180 flü…
Barium	Ba	68,5	1,850				
Beryllium	Be	7,0	2,100				
Blei	Pb	103,5	11,380	0,0314	1/349	0,000089	334
Bor	B	10,9	2,680				
Brom	Br	80,0	3,187 (0°)	0,1109			
Calcium	Ca	20,0	1,578				
Cerium	Ce	46,0					
Chlor	Cl	35,5	2,470 *)	0,1214			
Chrom	Cr	26,7	7,300—6,800				
Didym	D	48,0					
Eisen	Fe	28,0	7,840	0,1138	1/846	0,000037	1900—…
Fluor	F	19,0					
Gold	Au	197,0	19,320	0,0324	1/682		1102
Jod	J	127,0	4,948 (17°)	0,0541			
Iridium	Ir	99,0	21,150	0,0368			
Kadmium	Cd	56,0	8,670	0,0567		0,000094	
Kalium	K	39,2	0,865				
Kobalt	Co	29,5	8,512	0,1070			
Kohlenstoff	C	6,0	1,53—3,47	0,2415—0,1469			
Kupfer	Cu	31,7	8,950	0,0952	1/585	0,000051	1173
Lanthan	La	46,4					
Lithium	Li	7,0	0,593				
Magnesium	Mg	12,0	1,750				
Mangan	Mn	27,5	7,206	0,1414			

lstoffe		Aequivalente H = 1.	Specif. Gewichte bei Wasser von 4° C = 1. *) Luft = 1.	Specif. Wärme Wasser = 1.	Längenausdehnung bei 0-100° C.	Cubische Ausdehnung für 1° C.	Schmelzp Grad
›dän	Mo	48,0	8,620	0,0722			
ım	Na	23,0	0,964				
l	Ni	29,5	8,900	0,1086			
ım	Nb	48,8	6,670				
ım	Os	99,6	21,400				
lium	Pd	53,3	11,950	0,0593	1/1000		
hor	P	31,0	1,897—2,097	0,1887			35
	Pt	98,7	21,4—21,15	0,0324	1/1132		2534
:silber	Hg	100,0	13,596 (0°)	0,0333			
um	R	52,2	12,100				
nium	Ru	52,2	11,400				
stoff	O	8,0	1,10563 *)	0,2182			
:fel	S	16,0	1,97—2,07	0,2143		0,000183	111
	Se	39,7	4,46—4,79	0,0762			101
	Ag	108,0	10,550	0,0570	1/480		1023
.m	Si	21,0	2,490 (10°)				
toff	N	14,0	0,97137 *)	0,2440			
ium	Sr	43,8	2,542				
l	Ta	68,8	10,780				
:	Te	64,0	6,294	0,0474			
um	Th	59,6					
	Ti	25,0	5,280				
	U	60,0	18,400	0,0619			
lium	V	68,6	3,640 (20°)				
uth	Bi	210,0	9,760	0,0308	1/719	0,000040	249
am	W	92,0	17,60—18,26	0,0364			
	Zn	32,6	7,200	0,0956	1/340		411
	Sn	59,0	7,300	0,0562	1/477	0,000069	230
nium	Zr	44,8	H=0,06926*)	H=3,4046			

Tabelle II.

Vergleichung der Celsius'schen Thermometerscala mit denen von Réaumur und Fahrenheit.

…lsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fa…
100	+ 80	+ 212	+ 61	+ 48,8	+ 141,8	+ 22	+ 17,6	+
99	79,2	210,2	60	48	140	21	16,8	
98	78,4	208,4	59	47,2	138,2	20	16	
97	77,6	206,6	58	46,4	136,4	19	15,2	
96	76,8	204,8	57	45,6	134,6	18	14,4	
95	76	203	56	44,8	132,8	17	13,6	
94	75,2	201,2	55	44	131	16	12,8	
93	74,4	199,4	54	43,2	129,2	15	12	
92	73,6	197,6	53	42,4	127,4	14	11,2	
91	72,8	195,8	52	41,6	125,6	13	10,4	
90	72	194	51	40,8	123,8	12	9,6	
89	71,2	192,2	50	40	122	11	8,8	
88	70,4	190,4	49	39,2	120,2	10	8	
87	69,6	188,6	48	38,4	118,4	9	7,2	
86	68,8	186,8	47	37,6	116,6	8	6,4	
85	68	185	46	36,8	114,8	7	5,6	
84	67,2	183,2	45	36	113	6	4,8	
83	66,4	181,4	44	35,2	111,2	5	4	
82	65,6	179,6	43	34,4	109,4	4	3,2	
81	64,8	177,8	42	33,6	107,6	3	2,4	
80	64	176	41	32,8	105,8	2	1,6	
79	63,2	174,2	40	32	104	1	0,8	
78	62,4	172,4	39	31,2	102,2	0	0	
77	61,6	170,6	38	30,4	100,4	— 1	— 0,8	
76	60,8	168,8	37	29,6	98,6	2	1,6	
75	60	167	36	28,8	96,8	3	2,4	
74	59,2	165,2	35	28	95	4	3,2	
73	58,4	163,4	34	27,2	93,2	5	4	
72	57,6	161,6	33	26,4	91,4	6	4,8	
71	56,8	159,8	32	25,6	89,6	7	5,6	
70	56	158	31	24,8	87,8	8	6,4	
69	55,2	156,2	30	24	86	9	7,2	
68	54,4	154,4	29	23,2	84,2	10	8	
67	53,6	152,6	28	22,4	82,4	11	8,8	
66	52,8	150,8	27	21,6	80,6	12	9,6	
65	52	149	26	20,8	78,8	13	10,4	
64	51,2	147,2	25	20	77	14	11,2	
63	50,4	145,4	24	19,2	75,2	15	12	
62	49,6	143,6	23	18,4	73,4	16	12,8	

Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenheit	Celsius	Réaumur	Fahrenh.
— 13,6	+ 1,4	— 25	— 20	— 13	— 33	— 26,4	— 27,4
14,4	— 0,4	26	20,8	14,8	34	27,2	29,2
15,2	2,2	27	21,6	16,6	35	28	31
16	4	28	22,4	18,4	36	28,8	32,8
16,8	6,8	29	23,2	20,2	37	29,6	34,6
17,6	7,6	30	24	22	38	30,4	36,4
18,4	9,4	31	24,8	23,8	39	31,2	38,2
19,2	11,2	32	25,6	25,6	40	32	40

Tabelle III.

lzpuncte pyrometr. Legirungen für hohe Windtemperaturen nach v. Mayrhofer.

Bei dem Schmelpuncte des Sn = 230°, des Pb = 334° und des Ag = 1023° ist t = 2,3 Sn + 3,34 Pb und auch t = 3,34 Pb + 10,23 Ag.

Pb	Schmelzpunct	Sn	Pb	Schmelzpunct	Sn	Pb	Schmelzpunct	Pb	Ag	Schmelzpunct	Pb	Ag	Schmelzpunct
%	t	%		t	%		t	%		t	%		t
0,0	230	61,5	38,5	270	23,0	77,0	310	98,6	1,4	340	92,8	7,2	380
9,7	240	52,0	48,0	280	13,5	86,5	320	97,1	2,9	350	91,3	8,7	390
19,2	250	42,3	57,7	290	3,8	96,2	330	95,6	4,4	360	89,9	10,1	400
28,9	260	32,3	67,7	300	—	—	—	94,2	5,8	370	89,0	11,0	410

Tabelle IV.

elzpuncte pyrometr. Legirungen für die Temperatur der Lufterhitzungsapparate nach v. Mayrhofer.

Bei dem Schmelzpuncte von Pb = 334° und Ag = 1023° ist t = 3,34 Pb + 10,23 Ag.

Ag	Schmelzpunct	Pb	Ag	Schmelzpunct	Pb	Ag	Schmelzpunct	Pb	Ag	Schmelzpunct
%	t	%		t	%		t	%		t
2,9	350	72,2	27,8	525	50,5	49,5	675	28,8	71,2	825
5,8	375	68,2	31,8	550	46,9	53,1	700	25,1	74,9	850
10,1	400	65,0	35,0	575	43,4	56,6	725	21,5	78,5	875
13,2	425	61,0	39,0	600	39,6	60,4	750	17,8	82,2	900
17,3	450	57,8	42,2	625	36,0	64,0	775	14,2	85,8	925
20,5	475	54,3	45,7	650	32,4	67,6	800	10,6	89,4	950
24,5	500									



Leipzig.
Druck von A. Th. Engelhardt.

Leipzig.
Druck von A. Th. Engelhardt.





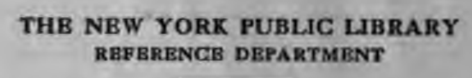




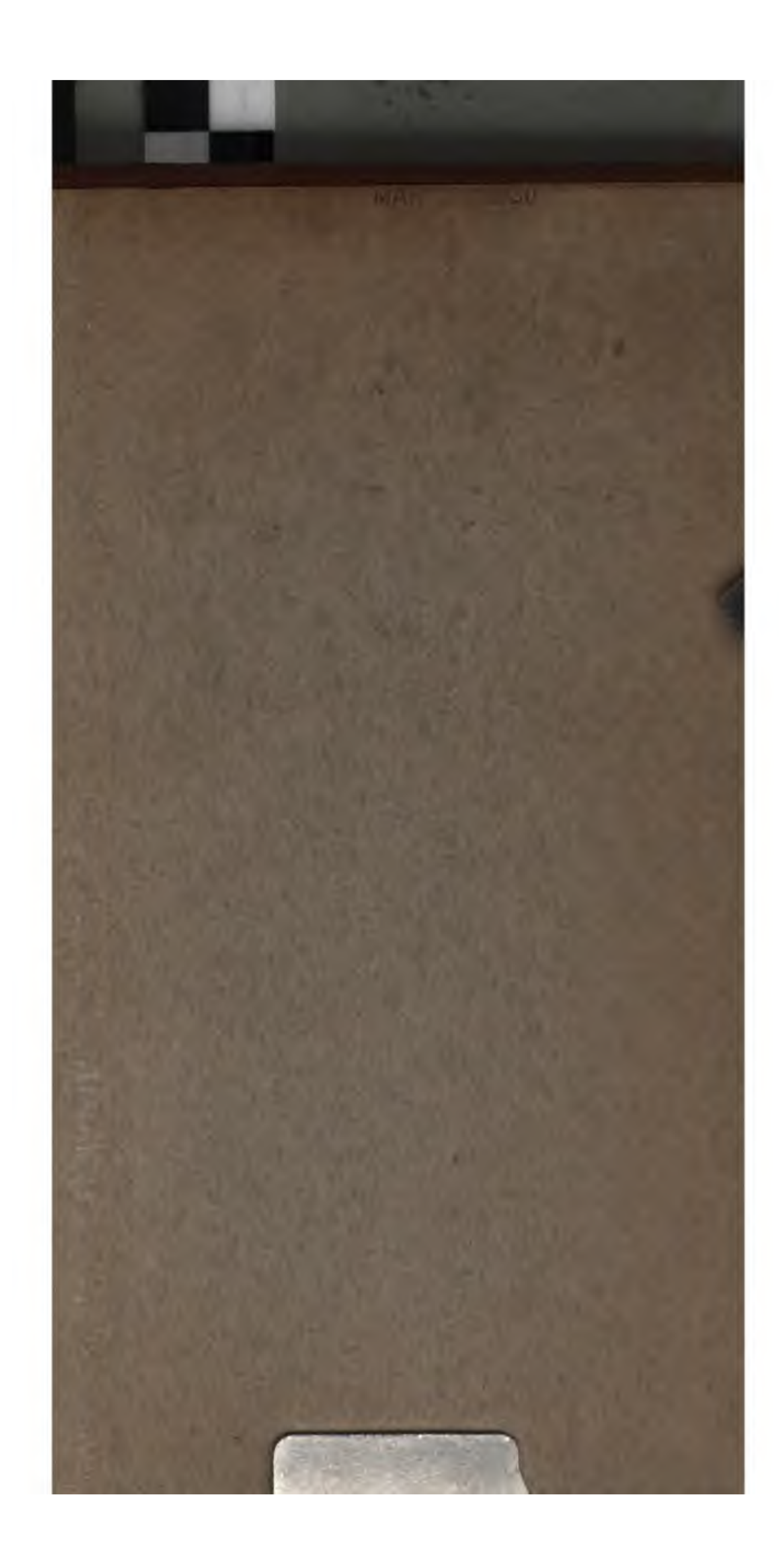











MAR 30